



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 tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214
ISSN: 0798 - 7269
AÑO 30 VOL. 30 No. 3 2012

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. Sede Administrativa.
Av. Universidad, El Limón. Apartado Postal 4653,
Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.
Teléfono: 0243-2404768
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

Costo del ejemplar: Bs. 50,00 en la Republica Bolivariana de Venezuela

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL**

Tatiana Pugh

Presidenta

Orlando Moreno
Gerente General

Margaret Gutiérrez
**Gerenta de Investigación
e Innovación Tecnológica**

Jonathan Coello
Gerente de Producción Social

Julio Osío
**Gerente de Participación
y Desarrollo Comunitario**

COMITE EDITORIAL

Luis Dickson
Editor Jefe

Jessie Vargas
Editora Asistente

Ana Beatriz Briceño
Seguimiento y Diagramación

EDITORES ASOCIADOS

Gérman Pontillo (LUZ)
Sección Fisiología y Reproducción

José Alió (INIA)
Sección Piscicultura y Acuicultura

Magaly Bracamonte (INIA)
Sección Sanidad

Oziel Montañez (UASLP)
Sección Nutrición

Luis Dickson (INIA)
Sección Genética

Judith Principal (UCLA)
Sección Apicultura

CONSEJO ASESOR

Omar Verde (Venezuela)

Juan Capote (España)

Glaforo Torres (México)

Manuel Milla (Venezuela)

Bertha Chongo (Cuba)

Siomara Martínez (Cuba)

Miguel Batista (España)

Carlos Becerril (México)

Editada por la Gerencia de Investigación e Innovación Tecnológica

Coordinación del Área de Gestión de la Información

Impreso en el Taller de Artes Gráficas del INIA

Maracay, República Bolivariana de Venezuela

Tiraje: 500 ejemplares

TABLA DE CONTENIDO Vol. 30 N° 3

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Vásquez N., Duran L., Sánchez C. y Acevedo I. Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, en el estado Lara, Venezuela.....	217
Noro M., Scandolo D. y Wittwer F. Respuesta metabólica en ovinos suplementados con alto contenido de nitrógeno no proteínico en la dieta.....	225
Moreno C., Graziani C., Barrios A., Villarroel E. y Marcano N. Estructura poblacional del camarón exótico <i>Macrobrachium rosenbergii</i> de Man, 1879 (Crustacea: Palaemonidae) en el río Morocoto, estado Sucre, Venezuela	237
Pérez A., Castillo O. y Barbarino A. Aspectos reproductivos del bagre rayado <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Siluriformes, Pimelodidae) en la Cuenca del río Apure, Venezuela.	251
Barrero M., Paredes A., Romero O. y Poleo G. Composición proximal y calidad de carne del morocoto <i>Piaractus brachypomus</i> , cultivado en dos diferentes sistemas cerrados	263
Barrios C., Morales Y., Cugnata N., De Piano F., Fuselli S., Maggi M., Melo H. y Principal J. La apicultura como estrategia de gestión ambiental en la cuenca del embalse Guaremal, municipio Peña, estado Yaracuy, Venezuela.....	269
Sandoval E., Barrios M. y Morales G. Estimación del riesgo de la presencia de anemia en becerros nacidos de vacas anémicas durante el parto.....	285
Nota Técnica	
Espinoza E., Álvarez A. y Madrid C. Efectos de la esplenectomía sobre el Número Total de Leucocitos y Proteínas Séricas Totales en becerros <i>Bos Taurus</i>	295
Instrucciones al autor.....	301

TABLE OF CONTENTS Vol. 30 N° 3

SCIENTIFIC ARTICLES

Vásquez N., Duran L., Sánchez C. and Acevedo I. Physicochemical and microbiological quality evaluation of white cheese to level of dealers, Lara state, Venezuela.....	217
Noro M., Scandolo D. and Wittwer F. Metabolic response in sheep supplemented in the diet with high content of non protein nitrogen.....	225
Moreno C., Graziani C., Barrios A., Villarroel E. and Marcano N. Population structure of the exotic shrimp <i>Macrobrachium rosenbergii</i> De Man, 1879 (Crustacea: Palaemonidae) in Morocoto river, Sucre state, Venezuela	237
Pérez A., Castillo O. and Barbarino A. Reproductive aspects of striped catfish <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Siluriformes, Pimelodidae) in Apure Basin, Venezuela.....	251
Barrero M., Paredes A., Romero O. and Poleo G. Proximate composition and flesh quality of red bellied pacu, <i>Piaractus brachypomus</i> , cultured in two different closed systems.....	263
Barrios C., Morales Y., Cugnata N., De Piano F., Fuselli S., Maggi M., Melo H. and Principal J. Beekeeping as a strategy for environmental management in the basin Guaremal reservoir, municipality Peña, Yaracuy, Venezuela	269
Sandoval E., Barrios M. and Morales G. Evaluation of the relationship between the presence of anemia in cows and in their newborn calves under natural conditions	285
Technical Note	
Espinoza E., Álvarez A. and Madrid C. Splenoectomy effects on the total number leukocytes and total serum proteins total in calves <i>Bos taurus</i>	295
Instructions to the author	301

Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso blanco a nivel de distribuidores, estado Lara, Venezuela

Nubia Vásquez¹, Luís Duran¹, Cecilia Sánchez² e Iria Acevedo¹.

¹Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Correo electrónico: nubiacarolina1@hotmail.com.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Lara, Venezuela.

RESUMEN

Con el fin de evaluar y conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso, en el estado Lara, Venezuela se tomaron muestras de quesos elaborados artesanales provenientes de seis distribuidores seleccionados aleatoriamente, 54,6% representando cada distribuidor. Las muestras de 500 g c/u fueron tomadas por triplicado de cada distribuidor de acuerdo a lo establecido por la norma Venezolana COVENIN 938-(83), determinándose a cada muestra de queso fresco elaborado con leche de vaca, las características fisicoquímicas (humedad, pH, actividad de agua-aw) y microbiológicas (aerobios mesófilos, coliformes totales y fecales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*) mediante el método de Petrifilm. Estos quesos mostraron una gran variabilidad en su composición fisicoquímica con una humedad entre 36,99% - 46,37%, lo cual permite clasificarlos como quesos duros (HMSG < 50%) COVENIN 1813-2000, pH entre $5,5 \pm 0,24$ y $5,8 \pm 0,23$ y aw alta entre 0,92 y 0,94 (valores que favorecen el desarrollo de microorganismos). La calidad microbiológica fue deficiente evidenciada por la cuantificación elevada de aerobios mesófilos ($302 \times 10^5 - 28 \times 10^5$ UFC/g), coliformes totales (104 - 102 UFC/g), fecales ($460 \times 10^3 - <101$ UFC/g), *E. coli* ($1,3 \times 10^4 - 40$ UFC/g), y *S. aureus* ($119 \times 10^2 - >10$ UFC/g), cuyos valores no cumplen con los niveles establecidos por la norma COVENIN-3821-2003. Es importante decir que la calidad de los quesos provenientes de los distribuidores del estado Lara en base a sus características fisicoquímicas y microbiológicas es deficiente, pudiendo representar un riesgo a la salud de los consumidores.

Palabras clave: condiciones higiénicas–sanitarias, vida útil, queso.

Physicochemical and microbiological quality evaluation of white cheese to level of dealers, Lara State, Venezuela

ABSTRACT

In order to evaluate physicochemical and microbiological characteristics of artisanal cheese, at Lara State of Venezuela, samples from six randomly selected distributors, (54.6% of total existing distributors) were taken. Samples of 500 g were taken by triplicate from each dealer according to what is established by the Venezuelan COVENIN 938- (83) norm. Physicochemical and microbiological characteristics evaluated were: moisture, pH, water activity-aw and aerobic mesophilic, total and fecal coliforms (*Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*) determined by Petri film method, respectively. These cheeses showed great variability in their physicochemical composition with humidity among 36.99% - 46.37%, which can classified them as hard cheese (HMSG <50%) COVENIN 1813-2000, pH among $5.5 \pm 0, 24$ and 5.8 ± 0.23 and high aw among 0.92 and 0.94 (values that favor the development of microorganisms). The microbiological quality was poor as evidenced by the elevated aerobic mesophilic quantification (302×10^5 - 28×10^5 CFU /g), total coliforms (104-102 CFU / g), fecal ($460 \times 10^3 - <101$ CFU / g), *E. coli* (1.3×10^4 to 40 CFU / g), and *S. aureus* ($119 \times 10^2 - > 10$ CFU / g), whose values do not meet standards set by COVENIN-3821-2003. It is important to say that the quality of cheese from Lara State distributors based on their physicochemical and microbiological characteristics is poor and may pose a risk to consumer health.

Key words: hygienic- sanitary conditions, useful life, cheese.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, actualmente el queso blanco se caracteriza por ser uno de los productos alimenticios de mayor consumo por la población. En el mercado la mayoría de estos quesos, proceden de pequeños productores que no cuentan con conocimiento suficiente en cuanto a higiene y manipulación, traduciéndose en baja calidad sanitaria (Díaz-Rivero y González de García, 2001).

Los quesos elaborados de manera industrial emplean técnicas de producción mecanizadas con un adecuado estándar de calidad. Por el contrario, los quesos elaborados de manera artesanal emplean técnicas rudimentarias, en las cuales suelen tener poco control de calidad en cuanto a manejo y procesamiento del queso. Esto último además de disminuir su vida útil, ocasiona enfermedades a quienes los consumen (ProChile, 2007).

Los quesos una vez elaborados son enviados a los distribuidores, quienes deben cumplir con normas que aseguren la calidad del producto, tanto en lo que respecta a la higiene de los establecimientos, infraestructura y el personal que allí labora, de manera de asegurar que el producto se encuentre en condiciones que no represente peligro de contaminación. Estos distribuidores almacenan y comercializan fundamentalmente queso blanco fresco elaborados con leche de vaca, incumpliendo con las normas sanitarias requeridas para este tipo de establecimiento no contando con una estructura, transporte y distribución adecuada lo que pudiera ocasionar enfermedades transmitidas por alimentos ETAs, exponiendo la salud pública del consumidor (ProChile, 2007). Es por ello, que se hace necesario conocer la calidad y estabilidad de los quesos de los distribuidores que comercializan quesos elaborados artesanalmente cuya calidad es muy variable.

Entre los indicadores que sirven para evaluar la calidad y estabilidad de los quesos están los fisicoquímicos: humedad, pH, actividad de agua (aw) y los microbiológicos que permiten identificar la existencia de patógenos que por condiciones inadecuadas de elaboración o manipulación pudieran estar presentes en el alimento.

El indicador que más influye en el crecimiento microbiano es la (aw), ya que representa el agua libre

disponible en el alimento la cual es aprovechada por los microorganismos y ésta a su vez estará en función de la concentración de sal y del pH (Ruiz, 1998). Para un valor de (aw) determinado, la actividad microbiológica disminuye al disminuir el pH, por su parte la disminución conjunta de la (aw) y pH afecta la supervivencia de los microorganismos. Por el contrario, altos niveles de humedad en el queso hace que éste sea más perecedero y susceptible al ataque de los microorganismos (Badui 1999).

De manera que, como indicadores de calidad microbiológica se registra la presencia de (aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*), estos microorganismos como es el caso de los aerobios mesófilos, están presentes en el queso como consecuencia de mala higiene y manipulación, los coliformes tanto totales como fecales y *E. coli* se consideran indicativos de contaminación fecal, por lo cual no deben estar presentes en el alimento, (Carrasco, 2002). Asimismo, el *Staphylococcus aureus* en el queso manifiesta una gran deficiencia higiénica y representa un peligro latente como vehículo de intoxicación estafilocócica. El *S. aureus* se encuentra presente no sólo por el uso de leche cruda en la elaboración del queso, sino también es responsable de mastitis la cual es una enfermedad que ocurre a nivel de glándulas mamarias infectadas del animal y están influenciadas por ambiente donde se encuentren a la hora del ordeño, mala practicas del ordeño por parte del personal debido a las condiciones sanitarias inadecuadas (Duran *et al.*, 2010).

Estos indicadores fisicoquímicos y microbiológicos se ven reflejados en los indicadores sensoriales, atributos correspondientes a aspecto: olor, sabor y textura los cuales dependerán de factores tales como: prácticas particulares de fabricación y almacenamiento. La calidad sensorial tiene un papel determinante en la decisión de la compra del producto. Por esta razón, se considera importante la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del queso blanco a nivel de distribuidores del estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Las muestras de queso analizadas provenían de seis distribuidores seleccionados al azar, ubicados en la parroquia Catedral y Juan de Villegas del municipio

Iribarren del estado Lara, los quesos recolectados son quesos blancos elaborados artesanalmente con leche cruda de vaca. Éstos fueron adquiridos directamente de los distribuidores un total de 500 g por cada distribuidor en estudio proveniente de distintos lotes, para un total de 18 muestras según lo establecido en la norma COVENIN 938 (1983) para la toma y preparación de la muestra.

Caracterización Fisicoquímica

Los análisis fisicoquímicos de las muestras de queso tomadas por triplicado incluyeron: determinación de humedad (COVENIN 1077-97), pH (COVENIN 1315 -79) y (*a_w*), con el equipo AQUALAB modelo CX-2 (Badui, 1999).

Cuantificación microbiológica

Para el recuento microbiológico se empleó el uso de las placas Petrifilm, basándose en la norma COVENIN 409-98. Los análisis incluyeron: aerobios mesófilos (COVENIN 3338-1997), *Staphylococcus aureus* (COVENIN 1292 – 1989). La determinación de Coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* se realizó mediante el método descrito por COVENIN 3276 (1997). Los resultados obtenidos fueron procesados por el programa estadístico Statgraphis centurion 15.0 bajo Windows (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se expresan de acuerdo a lo obtenido con la aplicación de una estadística descriptiva (promedios y error estándar). Para los análisis de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos, cuyos datos cumplieron con los supuestos de normalidad, se aplicó el análisis de la varianza, para establecer si existen diferencias significativas entre las variables determinadas a los quesos y cuando existieron diferencias se aplicó la prueba de medias, por método LDS o DMS (diferencia mínima significativa) a un nivel de significancia ($P < 0,05$).

Caracterización fisicoquímica del queso

En el Cuadro 1 se presentan los valores de la calidad fisicoquímica con respecto a pH, humedad y *a_w* de los quesos de los diferentes distribuidores. En cuanto al porcentaje de humedad se observó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los quesos de los diferentes distribuidores cuyos valores oscilaron entre 36,99% a 46,37%, clasificándose: los quesos estudiados como quesos duros, dado que tiene una humedad $< 50\%$ (COVENIN 1813-2000). Al respecto, Restrepo y Montoya (2010) aseguran que el porcentaje de humedad de los quesos está en un rango entre 36,08% y 48,87%, indicando que estos valores guardan estrecha relación con el contenido de humedad en el aire que los rodea. Por el contrario,

Cuadro 1. Características fisicoquímica de los quesos blancos artesanales en seis distribuidores del municipio Iribarren del estado Lara.

Promedios de valores obtenidos por distribuidor evaluado*			
	Distribuidores Humedad pH <i>a_w</i>		
I	46,37 ± 0,59 ^a	5,6 ± 0,31	0,94 ± 0,001
II	42,02 ± 5,78 ^b	5,8 ± 0,23	0,92 ± 0,003
III	36,99 ± 0,54 ^c	5,6 ± 0,17	0,93 ± 0,009
IV	43,65 ± 1,11 ^{ba}	5,8 ± 0,13	0,94 ± 0,004
V	42,73 ± 4,44 ^b	5,5 ± 0,24	0,93 ± 0,007
VI	44,43 ± 1,47 ^{ba}	5,8 ± 0,15	0,92 ± 0,004

Promedio de tres mediciones ± Desviación estándar de triplicados de seis muestras.
Los superíndices diferentes (^{a,b,c}) indican grupos estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

Maldonado y García (2010), encontraron valores entre 59,85 - 64,55% para un porcentaje de humedad sin materia grasa (% HSMG), ubicándose según la norma venezolana (COVENIN 1813-2000) en quesos semiduros afirmando así que estos valores revisten gran importancia en su conservación y por tanto en la protección de su calidad y vida útil.

Los valores de pH y (aw) fueron similares entre los quesos de los distintos distribuidores (Cuadro 1), con un rango de pH entre $5,6 \pm 0,17$ a $5,8 \pm 0,23$ y (aw) de 0,92 a 0,94. Observándose que los valores de pH se consideran aceptables según Torres y Gudiño (2008), estableciendo que el tiempo de maduración es la variable más importante para el pH. Sin embargo, González (2002), señala que los valores de pH condicionan el desarrollo microbiano y que estos valores en el queso oscilan entre 4,7 y 5,5 en la mayoría de los quesos. Por su parte, los valores de (aw) obtenidos en los quesos analizados se consideran altos, siendo éstos susceptibles al ataque por microorganismos, esto puede deberse a la elaboración, manipulación y almacenamiento inadecuado. Duran

et al. (2010). Por su parte, indican que valores máximos de (aw) de 0,98 y mínimos de 0,95; se atribuyen a las técnicas de manufactura utilizada, malas condiciones de elaboración y almacenamiento. En tal sentido, Badui (1999) afirmó que valores de (aw) de 0,8 mayores a este valor favorecen el desarrollo de microorganismos disminuyendo de esta manera la vida útil del producto. Maldonado y García (2010), sin embargo, obtuvieron una gran variabilidad en los parámetros fisicoquímicos atribuyéndose éstos a la ausencia de estandarización en los procesos de elaboración, lo que es preocupante desde el punto de vista de calidad y estabilidad de los quesos.

Recuento microbiológico del queso

El Cuadro 2 se muestran los resultados microbiológicos sobre aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *S. aureus* en los quesos. Los valores de aerobios mesófilos estuvieron en un rango entre 302×10^5 UFC/g y 28×10^5 UFC/g, valores que se encontraron por encima de lo mínimo establecido por la norma COVENIN 3338-

Cuadro 2. Cuantificación microbiológica de los quesos blancos artesanales en seis distribuidores del municipio Iribarren del estado Lara

Microorganismos	Distribuidores*					
	I	II	III	IV	V	VI
Aerobios mesófilos (UFC/g)	160×10^5	90×10^5	302×10^5	99×10^5	28×10^5	132×10^5
Coliformes totales (NMP/g)	888×10^3	8×10^2	1×10^4	257×10^3	1×10^2	26×10^3
Coliformes fecales (NMP/g)	158×10^3	$<10^2$	$<10^3$	149×10^3	36×10^2	26×10^4
E. coli	$1,3 \times 10^{3ab}$	566 ^a	$1,3 \times 10^{4c}$	$1,1 \times 10^{4bc}$	40 ^a	$1,3 \times 10^{3ab}$
S. aureus UFC/g	>10	>10	119×10^2	>10	>10	>10

*Resultados expresados como promedio de tres replicas. Los superíndices diferentes (^{a, b, c}) indican grupos estadísticamente diferentes (P<0,05).

97, indicando estos valores a malas prácticas de manufactura y por consiguiente, representa un riesgo para la salud del consumidor. Al respecto, Maldonado y García (2010), encontraron recuentos desde $1,2 \times 10^6$ UFC/g hasta $1,4 \times 10^7$ UFC/g, con un promedio de $6,5 \times 10^6$ UFC/g indicando que estos valores se deben a las condiciones higiénicas, aumentando el crecimiento microbiano. Mientras que, Maldonado y Llanca (2008), afirman que un número elevado de aerobios mesófilos en alimentos está relacionado con malas condiciones de fabricación, manejo, almacenamiento y transporte, por lo cual debe existir control en estas áreas, de manera de garantizar un alimento seguro e inocuo para el consumidor.

Los valores de coliformes totales fueron 1×10^4 UFC/g hasta 1×10^2 UFC/g, lo cual es indicativo de contaminación en el queso lo que representa un riesgo para la salud de quienes lo consumen, por encontrarse fuera de los rangos establecidos por la norma COVENIN 3338-97. En este sentido, Caldas y Ogeerally (2008) encontraron recuentos similares concluyendo que en estas condiciones representa un alto riesgo microbiológico para el consumidor. Dentro de este orden de ideas, Maldonado y García (2010) encontraron valores promedio de $4,4 \times 10^3$ NMP/g, este valor si se compara con la norma venezolana COVENIN-3821(2003), el valor promedio supera al máximo establecido (930 NMP/g). Evidenciando que existe una pobre calidad higiénica.

Los coliformes fecales se encontraron entre 460×10^3 UFC/g y <101 UFC/g Valores superiores a los establecidos por COVENIN 1104-96, indicando deficiencia en la calidad sanitaria, mal almacenamiento y condiciones inadecuadas de manipulación, lo que representa un peligro para la salud del consumidor. Al respecto, Caldas y Patrick (2008) y Duran *et al.* (2010) mencionan que recuentos elevados de coliformes fecales desde >10 hasta $\leq 10^4$ NMP/g, evidencian fallas en la manipulación e higiene y afirman que la presencia de este tipo de microorganismo en el queso se atribuye a las diversas condiciones de higiene desde el momento del ordeño de los animales hasta el almacenamiento o venta de los quesos. Por lo cual, esos quesos no deben considerarse aptos para consumo humano.

En este sentido, Maldonado y Llanca (2008) afirman que la presencia coliformes fecales en quesos se debe a la falta de higiene por parte del personal

que lo manipula, carencia de métodos de limpieza e inadecuada manipulación.

El recuento de *E. coli* está en un rango entre $1,3 \times 10^4$ UFC/g y 40 UFC/g, que de acuerdo a la norma COVENIN 3276-97 está por encima de lo establecido (<10 UFC/g), indicando esta contaminación fecal, por lo cual no se recomienda su consumo al poder representar un riesgo de salud para los consumidores.

Del mismo modo, el recuento microbiológico de *S. aureus* para los distintos distribuidores presentó un rango de valores entre 119×10^2 UFC/g y >10 UFC/g. Si bien, el 83,33% de los distribuidores estudiados presentó valores >10 UFC/g, la norma COVENIN 3821-2003 exige un valor de 1×10^2 UFC/g como mínimo y 1×10^3 UFC/g como máximo. Lo que significa que un recuento bajo no implica ausencia de *S. aureus*, ya que una población numerosa pudo haberse reducido a un número más pequeño debido a una etapa del proceso, por ejemplo, calentamiento, refrigeración. Por el contrario, la presencia de *S. aureus* por encima de los valores permitidos por la norma puede indicar un riesgo potencial para la salud, ANMAT (2004). En consecuencia, tal como mencionan diversos autores que la presencia de *S. aureus* manifiesta una gran deficiencia higiénica y representa un peligro latente como vehículo de intoxicación estafilocócica para el consumidor, quienes sugieren que su presencia en muestras de queso blanco se debe al empleo de leche cruda en la elaboración y en muchos casos por fallas en las prácticas de manufactura (Díaz-Rivero y González de García, 2001; Restrepo y Montoya, 2010).

RECOMENDACIONES

En base a estos resultados obtenidos, sería recomendable que los productores y distribuidores de queso aplicaran las buenas prácticas de fabricación (BPF) para mejorar la calidad sanitaria de los quesos elaborados artesanalmente, evaluando las condiciones higiénicas sanitarias, de almacenamiento y elaboración en las unidades de producción de donde proviene el queso, de igual manera, se deberían realizar programas de formación a aquellas personas involucradas en la elaboración y comercialización de queso orientando al personal en materia de higiene básica (higiene personal, alimentos y manejo adecuado de alimentos), de manera de garantizar un

alimento inocuo que no represente riesgo a la salud de los consumidores.

CONCLUSIONES

Existe un alto porcentaje de contaminación microbiana en los quesos almacenados en los distribuidores; ya que, los mismos no cumplen con los parámetros mínimos establecidos por las normas COVENIN. Esto es indicativo del empleo de malas prácticas de manufactura que pudieran representar riesgos a la salud de los consumidores.

Los resultados fisicoquímicos obtenidos, indican que existe poco control en cuanto a higiene, hay técnicas deficientes de manufactura y almacenamiento inadecuado en los diferentes distribuidores estudiados.

Los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos señalan que los quesos distribuidos en estos establecimientos se consideran no aptos para el consumidor.

LITERATURA CITADA

- ANMAT. 2004. Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos. Administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica. Disponible en línea. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados. [Mar. 05, 2011]. 13 p.
- Badui, S. 1999. Química de los Alimentos. Agua Capítulo I. Addison Wesley Longman de México, S.A. pp 34-35.
- Caldas, L. C. y P. A. Ogeerally 2008. Microorganismos indicadores de interés sanitario en queso artesanal tipo “telita” Upata, municipio Piar, estado Bolívar, Venezuela. Trabajo de grado en Bioanálisis. UDO, Ciudad Bolívar, Venezuela. 46 p.
- Carrasco, H. G. M. 2002 Evaluación microbiológica del queso cabañas elaborado en la planta de lácteos de Zamorano. Honduras 8 p.
- COVENIN 1315-1979. Determinación de pH, acidez iónica Fondonorma. Caracas, Venezuela, pp. 2-3.
- COVENIN 938 – 1983. Norma. Leche y productos lácteos. Métodos para la toma de Muestra. Fondonorma. Caracas, Venezuela, pp. 2-13.
- COVENIN 1292-1989. Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus* (1^{ra} Revisión) Fondonorma. Caracas, Venezuela, pp. 2-5.
- COVENIN 1104-1996. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *Escherichia coli* (2^{da} Revisión) Fondonorma. Caracas, Venezuela, pp. 2-3.
- COVENIN 1077- 1997. Leche y sus derivados determinación de humedad. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 1 p.
- COVENIN 1813-2000. Norma general de quesos. Fondonorma. Caracas, Venezuela. p 4.
- COVENIN 3276-1997. Recuento de coliformes y de *Escherichia coli* método en placa con películas secas rehidratadas (PetriFilm) Fondonorma. Caracas, Venezuela. pp. 1-2.
- COVENIN 3338-1997. Recuento de Aerobios método de placas con películas secas rehidratadas (PetriFilm) Fondonorma. Caracas, Venezuela. pp. 1-2.
- COVENIN 3821-2003 Queso blanco. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 8 p.
- Díaz, R. C. y B. González de G. 2005. *Staphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Rev. Salud. (Online). Volumen 2, No. 3. Disponible en línea: www.uanl.mx/publicaciones/respyn/ii3/articulos/saureus-1.html. [Ene. 18, 2011]
- Duran, L., C. Sánchez, J. Palmero, L. Chaparro, T. García y E. Sánchez. 2010. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela. Zootecnia Tropical 28(4): 467-475.
- González, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Trabajo de investigación, República de Panamá. 12 p.
- ProChile. 2007. Perfil de mercado quesos – Venezuela. Disponible en línea: http://www.prochile.cl/documentos/pdf/caracas_quesos_2007. [Mar. 05, 2011].

- Maldonado, R. y L. Llanca. 2008. Estudio de la calidad del queso de mano comercializado en el municipio Girardot, estado Aragua, Venezuela. *Rev. Científica FCV LUZ.* (4): 431-436.
- Maldonado, R. y D. García. 2010. Caracterización físico química y microbiológica del queso blanco artesanal tipo llanero comercializado en la ciudad de Maracay estado Aragua, Venezuela. *Agrollania.* 7:118-126.
- Restrepo, A. y C. Montoya. 2010. Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y agua en bolsas. Pereira-Colombia. 21 p.
- Ruiz, A. 1998. Estudio estadístico para predecir el tiempo de maduración del queso manchego Ed. Universidad de Castilla La Mancha, 1998. Capitulo I. 18 p.
- Statgraphis centurion 15.0 bajo Windows. 2012. Disponible en línea: <http://www.statgraphis.com>. [Ene. 18, 2012].
- Torres, V. y S. Gudiño. 2008. Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semiduro tipo cheddar. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador. 54 p.

Respuesta metabólica en ovinos suplementados con alto contenido de nitrógeno no proteínico en la dieta

Mirela Noro^{1,2*}, Daniel Scandolo Lucini³, Fernando Wittwer Menge¹

¹Universidad Austral de Chile, Ins. Cs. Clín.Vet., Casilla 567, Valdivia, Chile.

²Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo-RS, Brasil. *Correo electrónico: mirelanoro@gmail.com

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Argentina.

RESUMEN

La suplementación con nitrógeno no proteínico (NNP) afecta la fermentación ruminal así como el metabolismo del animal. Con el objeto de determinar los efectos de la suplementación con alto contenido de NNP sobre parámetros de fermentación ruminal y de los metabolismos de energía y proteínas, se utilizaron 18 borregas fistuladas con cánula ruminal (1,5 cm Ø), congregadas en 3 grupos de 6 animales cada uno: control (C, dieta base), moderado nitrógeno (MN, 182 mg N/kg^{0.75}, tres veces al día) y elevado nitrógeno (EN, 425 mg N/kg^{0.75}, tres veces al día). La dieta basada en heno de alfalfa (EM: 7,80 MJ/kg MS; PC: 16,8%MS) aportando 460 kJ/kg^{0.75}/día, se distribuyó en 3 raciones cada 8 horas. El NNP se incorporó al heno de alfalfa como urea en solución, durante 17 días. En los días 1, 8 y 15 del experimento se obtuvieron muestras de líquido ruminal y sangre cada 1,5 hora desde el momento previo hasta 6,0 horas posterior al suministro de la ración de la mañana. La suplementación con NNP alcalinizó el pH ruminal, a su vez, la excreción de derivados de purinas fue similar entre los tres grupos (P>0,05). Las concentraciones plasmáticas de urea fueron superiores (P<0,05) en EN; intermediarias en MN e inferiores en C (P<0,05). La suplementación con NNP incrementó (P<0,05) las concentraciones plasmáticas de glucosa y de colesterol, y redujo las de βOH-butyrate comparado con C (P<0,05). Se indica que la suplementación con NNP no modificó la síntesis de proteína bacteriana, incrementó la ureagénesis, favoreciendo el metabolismo energético, efecto dependiente de la cantidad suministrada de NNP.

Palabras clave: ovinos, urea, metabolismo energético, proteico.

Metabolic response in sheep supplemented in the diet with high content of non protein nitrogen

ABSTRACT

Supplementation with non-protein nitrogen (NPN) affects ruminal fermentation and animal metabolism. Eighteen ruminal fistulized (1.5 cm Ø), sheep one year old, kept in individual cages were used to determine the variations on the ruminal pH, urinary excretion of purines, and fluctuations in the blood concentrations of urea, creatinine, glucose, lactate, βOH-butyrate, cholesterol and triacylglycerol. Sheep were allotted in three groups of six animals each according to body weight; control (C, base diet), moderate NPN (MN, 182 mg N/kg^{0.75} 3 times a day) and high NPN (HN, 425 mg N/kg^{0.75} 3 times a day). The daily diet was based on lucerne hay pellets (ME: 7.80MJ/kg DM; CP: 16.8% DM), considering 460 kJ/kg^{0.75}, distributed every 8 hours. The NPN was incorporated to the base diet as urea solution during 17 days. Ruminal fluid and blood samples were obtained the days 1, 8 and 15 at 0, 1.5, 3.0 and 4.5 hours after morning feeding. The treatment with NPN increased ruminal pH (P<0.05) however did not modified the urinary excretion of purines (P>0.05). The treatment also increased the plasma concentrations of urea, being higher in HN, medium in MN and lower in the control group (P<0.05). On the other side the treatment increased (P<0.05) plasma concentrations of glucose and cholesterol, and reduced plasma concentration of βOH-

butyrate ($P < 0.05$). Results suggest that supplementation with NPN in doses of 182 or 425 mg N/ kg^{0.75}, three times a day did not modified bacterial protein synthesis but increases the ureagenesis and energy metabolism according to the amount of NPN in the diet.

Key words: Sheep, urea, energy and protein metabolism.

INTRODUCCIÓN

La proteína bruta (PB) de la dieta de los rumiantes está constituida por proteína verdadera, aminoácidos y compuestos nitrogenados no-proteínicos (NNP). En el rumen gran parte de las proteínas degradables (RDP) presentes en los alimentos son digeridas a NNP, principalmente a amonio (NH_4^+) el cual puede ser utilizado para la síntesis de proteína microbiana, PM (Cherdthong y Wanapat, 2010). El NH_4^+ puede ser incorporado a la PM a tasas superiores al 80%, siempre que el rumen disponga de cantidades adecuadas de energía (Huntington y Archibeque, 1999). La asincronía entre la liberación de energía y RDP en el rumen, así como una extensiva desaminación de las proteínas dietéticas, o una gran actividad ureolítica de las bacterias ruminales, incrementan la producción y concentración de NH_4^+ ruminal (Noro y Wittwer, 2012).

El acumulo de NH_4^+ ejerce efectos nocivos sobre el metabolismo animal, es por eso que los mamíferos presentan un eficiente mecanismo de conversión a productos de excreción no tóxicos (Haliburton y Morgan, 1989; Noro y Wittwer, 2012; Visek, 1984). Seguido de su absorción el NH_4^+ llega al hígado, vía vena porta, donde es detoxificado a urea, compuesto que es 40 veces menos tóxico (Huntington y Archibeque, 1999).

El ciclo de la urea se integra en los hepatocitos periportales con otras vías energéticas como el ciclo de Krebs y vía gluconeogénica (Katz, 1992; Noro *et al.*, 2013), por medio de aminoácidos específicos (aspartato, glutamato, alanina) y oxalacetato (Noro y Wittwer, 2012; Reynolds, 1992). El costo energético de la síntesis de 1 mol de urea puede variar entre 1 a 4 moléculas de ATP (Noro y Wittwer, 2012). Es así que una mayor demanda ureagénica puede alterar la eficiencia energética por demanda de intermediarios o por incremento del gasto energético del animal (Overton *et al.*, 1999). Sin embargo, se han descrito efectos negativos (Barej *et al.*, 1987; Overton *et*

al., 1999) y positivos (Noro *et al.*, 2012a) de la suplementación con NNP en el balance energético.

El presente estudio tuvo como objetivo comparar el efecto de la suplementación con NNP sobre las concentraciones de NH_4^+ y pH ruminal y la respuesta metabólica de ovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del Instituto de Ciencias Clínicas de la Universidad Austral de Chile, ubicada en la ciudad de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile (39°48' LS y 73°13' LO), a una altura de 12 m.s.n.m, clima templado húmedo con influencia mediterránea, con una temperatura media anual de 12°C.

Animales y manejo

Se utilizaron 18 borregas mestizas ½ Sulffolk y ½ Texel, con $35 \pm 1,7$ kg PV, de 7 meses de edad, fistuladas con cánulas permanentes en el rumen (1,5 cm de Ø). Los animales se mantuvieron en jaulas individuales de 1,40 x 0,60 m, ubicadas en un galpón techado con 3 horas de oscuridad (21:00 a 24:00 horas) durante las 24 horas del día, donde fueron adaptadas a la dieta experimental desde 3 semanas previas a iniciar el estudio.

Dieta

La dieta se basó en heno de alfalfa en cubos (85% MS, 16,8% PB MS, 9,1 MJ/kg MS, FDN 42,4% MS) aportando el requerimiento de manutención de 460 kJ EM/kg^{0.75}/día, suministrado en 3 raciones iguales cada 8 horas (08:00; 15:00; 24:00 horas). Además, se ofreció agua y mezcla mineral *ad libitum*.

Diseño experimental

Las borregas se agruparon homogéneamente por peso asignándose a 3 grupos de 6 animales cada uno: Control (C), no suplementado; MN: moderado NNP suplementado con 182 mg N/kg^{0.75}, 3 veces al día, durante 15 días; EN: elevado NNP, suplementado con

425 mg N/kg^{0,75}, 3 veces al día. La suplementación con NNP se realizó mediante la inclusión de urea en el heno de alfalfa como una solución diluida en agua.

Muestras y análisis sanguíneos

Los días 1, 8 y 15 del experimento se obtuvieron muestras de sangre con heparina sódica y fluoruro de sodio previo a la ración de la mañana (0 hora), y luego cada 1,5 hora en cuatro oportunidades (1,5; 3,0; 4,5 y 6,0 horas posterior a la ración de la mañana). Para obtener las muestras se instaló a los animales, previo al muestreo, un catéter en la vena yugular. Las muestras se centrifugaron inmediatamente de obtenidas a 4°C a 3.000 g (Centra CL 3 R Termo IEC), por 15 minutos. Las muestras de plasma se alicuotaron en micro tubos y congelaron a -20°C (Freezer 420, CFC Free, Consul) hasta ser analizadas posteriormente de finalizada la etapa experimental con los animales. En las muestras de plasma con fluoruro de sodio se analizaron las concentraciones de glucosa (GOD-PAP, Human®, n°10260) y lactato (LOD, Sentinel, n° 17285). Mientras, que en las muestras de plasma con heparina sódica se determinaron las concentraciones de urea (GD, Human®, n° 10521), creatinina (Jaffé, Human®, n° 10051), βOH-butirato (FAO-AIEA, 1993), colesterol (CHOD-PAP, Human®, n° 10028) y triacilgliceroles (GPO-PAP, Human®, n° 10720P) en un autoanalizador para bioquímica clínica, Cobas Mira Plus® de Roche, Alemania, excepto βOH-butirato que se empleó un fotocolorímetro Hitachi 4020, Japón.

Muestras y análisis de líquido ruminal

Se obtuvieron aproximadamente 10 mL de líquido ruminal a través de las cánulas ruminales instaladas en las borregas, en los mismos horarios de la obtención de las muestras sanguíneas, determinándose inmediatamente el valor del pH con un pHmetro, Schott® CG 825, electrodo Schott® n° 6180-Ch 0004, calibrado con soluciones de pH 4,0, 7,0 y 10,0.

Muestras y análisis de orina

Las muestras de orina se obtuvieron tres veces al día durante los días experimentales 5 al 8 y 12 al 15. Las muestras se acidificaron con H₂SO₄ al 9% (1:9). De cada animal se formó una muestra de orina compuesta mezclando, proporcionalmente, las muestras obtenidas los días 5 al 8 y 12 al 15, las cuales se congelaron a -20°C. En las muestras

compuestas de orina de cada animal se determinaron las concentraciones de creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina, hipoxantina y ácido orótico (Chen *et al.*, 1990). Para estimar el valor excretado de las purinas y ácido orótico en orina, se calculó el índice de excreción urinaria (IEU): $IEU = (\text{Metabolito en mmol/L} / \text{creatinina en mmol/L}) * kg^{0,75}$.

Análisis estadístico

El área total bajo la curva del pH ruminal y de las concentraciones de los indicadores sanguíneos a las 6 horas pos-suplementación (ABC) se calculó mediante el método trapezoidal corregido por la concentración basal. Los datos obtenidos se procesaron en el programa Statistix 8.0 *NH Analytical Software, Roseville, MN; USA*, (Statistix, 2003). Se comprobó la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad por la prueba de Bartlett. Los valores de los parámetros ruminales y sanguíneos previos a iniciar la suplementación (hora cero del primer día del experimento) se consideró como valor basal, siendo comparados los grupos mediante un modelo lineal general de ANDEVA considerando como factores el efecto de la suplementación, y sus interacciones entre hora y el día de muestreo: $y_{ijk} = \mu + T_i + H_j + D_k + TH_{ij} + TD_{ik} + \epsilon_{ijk}$; donde y_{ijk} = variable dependiente, μ = media general, T_i = efecto del tratamiento i-ésimo, H_j = efecto de la hora pós suplementación j-ésimo; D_k = efecto del día del experimento k-ésimo; TH_{ij} : efecto interacción tratamiento i-ésimo y hora día i-ésimo; TD_{ik} : efecto interacción tratamiento i-ésimo y día k-ésimo; ϵ_{ijk} : error experimental. Las diferencias fueron contrastadas mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los datos heterocedásticos se analizaron por Kruskal Wallis. Para el estudio de asociación entre dos variables se utilizó un análisis de regresión y se determinó el coeficiente de correlación de Pearson, la significancia obtenida en la regresión lineal se evaluó a través de la prueba F. Se consideró un nivel de significación del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dieta y aporte de NNP en la dieta

El consumo equivalente de proteína cruda fue de 16,8% en las controles, 22,9% en las MN y 30,7% en las EN. Representado un consumo de urea de 2,27% y de 5,14% de la MS total en MN y en EN,

respectivamente, lo que corresponde en EN a un aporte del 48,2% del nitrógeno total de la dieta, como urea, cifra superior al máximo indicado de 35% (Helmer y Bartley, 1971). En cabras se produce una intoxicación subclínica por NH_4^+ cuando se suministra 10% del N dietético como NNP ($\cong 5$ g urea/día), o con una carga de urea administrada *per os* de 300 o 400 mg urea/kg PV (Fernández *et al.*, 2001). Se observan signos clínicos no letales de toxicidad por NH_4^+ administrando una dosis de urea de 500 mg/kg PV (Emmanuel *et al.*, 1982) y letalidad con 700 mg/kg PV (Edjehadi *et al.*, 1978). En base a esos datos el consumo de N en la dieta de los grupos MN (1,89 g N/ kg^{0,75}/d) y EN (2,61 g N/ kg^{0,75}/d), sería suficiente para producir una intoxicación subclínica por NH_4^+ (Fernández *et al.*, 2001). Situación que no pudo ser corroborada por dificultades analíticas en las determinaciones de las concentraciones ruminales y plasmáticas de NH_4^+ .

Parámetros ruminales

Los valores basales de pH ruminal se encontraron sobre el intervalo de referencia (5,6 -7,0), observándose en el Cuadro 1, compatible con la rumia nocturna (Noro *et al.*, 2011). A su vez en el grupo C sus valores bajaron ($P < 0,05$) 1,5 horas posterior a la ingesta de la ración; más tarde se observó una leve disminución

en el pH ruminal en el grupo MN. Al contrario el grupo EN presentó un leve aumento en el pH ruminal a la 1,5 hora de la ración (Cuadro 1; Figura 1a), similar al descrito posterior a una infusión de urea en el rumen (Fernández *et al.*, 2001). El incremento de la fermentación y de la producción de los AGVs acidifica el pH ruminal, a su vez, dietas ricas en proteínas pueden incrementar levemente el pH ruminal (Richardson *et al.*, 2003). Vacas a pastoreo suplementadas con urea (Noro *et al.*, 2012b), así como cabras suplementadas con 10% del N dietético como NNP no modificaron su pH ruminal en relación a sus controles, pero sí lo hicieron cuando fueron sometidas a una carga de urea de 300 mg/kg PV, pH 6,99, (Fernández *et al.*, 2001). Por otro lado, durante el transcurso del experimento se observó descenso de los valores de pH ruminal, más marcado en el grupo MN que en el EN, indicando una adaptación del ambiente ruminal a la suplementación con NNP (Figura 1b).

Parámetros urinarios

Los índices de excreción urinaria (IEU) de alantoína, xantina, hipoxantina, ácido úrico y de purinas totales fueron similares en los tres grupos ($P > 0,05$), indicando que la síntesis de proteína microbiana ruminal así como la absorción de ácidos

Cuadro 1. Valores medios de pH ruminal e índices de excreción urinaria (IEU)* de purinas y ácido orótico en ovinos controles (C) y suplementados 3 veces al día con moderado (MN: 182 mg N/kg^{0,75}) y elevado NNP (EN: 425 mg N/kg^{0,75}) en la ración.

Parámetro	C	MN	EN	EE*	P Grupo	P Grupo*hora	P Grupo*día
pH ruminal basal	7,12	7,30	7,37	0,08	0,1165	—	—
pH ruminal	6,74 ^c	7,08 ^b	7,26 ^a	0,05	0,0000	0,0118	0,0001
ABC pH ruminal	-1,70	-1,32	-0,34	0,64	0,4229	—	0,3525
IEU purinas total	31,5	27,5	27,4	3,88	0,7060	—	0,3929
IEU alantoína	19,3	17,6	16,7	3,05	0,8337	—	0,6087
IEU hipoxantina	5,78	5,41	6,22	0,53	0,5699	—	0,2146
IEU xantina	4,29	3,22	3,23	0,91	0,6484	—	0,2157
IEU ácido úrico	2,15	1,22	1,28	0,37	0,1791	—	0,6101
IEU ácido orótico	20,5	17,9	20,9	2,97	0,7465	—	0,8567

*EE= error estándar

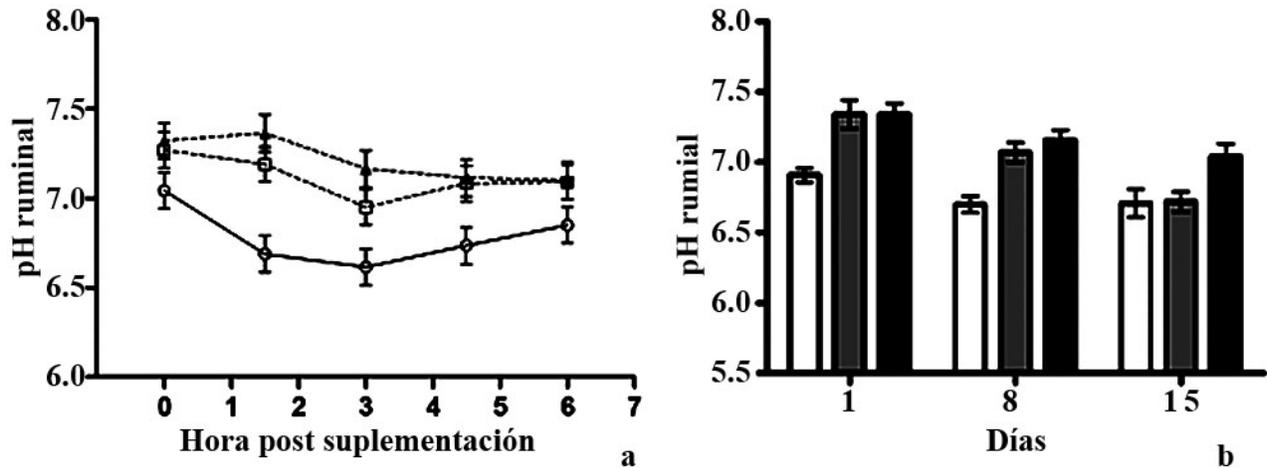


Figura 1. Valores de pH ruminal en ovinos controles (C, a=○, b=□) y suplementados 3 veces al día con moderado (MN: 182 mg N/kg^{0.75}, a=□, b=■) y elevado NNP (EN: 425 mg N/kg^{0.75}, a=▲, b=■) en la ración.

nucleicos y aminoácidos bacterianos en el intestino fueron similares (Sandoval y Herrera, 1999). Al respecto, ovinos alimentados con un elevado contenido de proteína y energía en la dieta presentaron mayor producción de biomasa microbiana ruminal y un incremento de cinco veces comparado con animales deficitarios en proteína y energía (Puchala y Kusalek, 1992).

El mayor porcentaje de las purinas excretadas fue de alantoína, la cual presentó una asociación con la de xantina ($r=0,45$). La excreción de ácido orótico fue alta y similar entre los tres grupos y se asoció con el IEU de purinas totales ($r=0,58$), principalmente con el de xantina ($r=0,59$) y en menor medida con los de alantoína ($r=0,47$), e hipoxantina ($r=0,40$). La producción y excreción urinaria del ácido orótico aumentó en rumiantes con hiperamonemia experimental, produciendo acidúria orótica cuando se sobrepasa la capacidad hepática para metabolizar NH_4^+ a urea, como en los casos de excesivo suministro de PB (Motyl *et al.*, 1987). La síntesis de ácido orótico se incrementó en hepatocitos incubados con concentraciones superiores a 0,7 mM NH_4Cl , sin embargo, la tasa de ureagénesis permaneció constante. Vacas lecheras en inicio de lactación aumentaron la ureagénesis, así como la excreción urinaria de ácido orótico con el aumento del suministro de PB (Motyl *et al.*, 1986).

Los IEU de purinas, asociado a la mantención del peso vivo (PV) de los animales, indicó que la

suplementación con NNP no incrementó la síntesis de proteína microbiana ruminal y consecuentemente la absorción intestinal de aminoácidos que pudiesen afectar los resultados metabólicos.

Parámetros metabólicos

Las concentraciones de urea plasmática se incrementaron con la suplementación de NNP, siendo superiores en el grupo. EN, intermediarias en el MN e inferiores en el control ($P<0,05$; Cuadro 2). Los grupos tratados presentaron concentraciones de urea sobre el límite superior de referencia para la especie de 10,0 mmol/L (Wittwer, 2012). Las concentraciones de urea plasmática posterior a la ración se mantuvieron constantes en el grupo control ($P>0,05$); a diferencia de los grupos tratados con NNP que aumentaron hasta las 3 horas posterior a la ración, descendiendo a las 6 horas a valores similares al inicial en el grupo MN, manteniéndose elevado en el EN ($P>0,05$; Figura 2a). Al respecto, los corderos suplementados con concentrado presentan las mayores concentraciones de urea plasmática a las 3 o 4 horas posterior a la ingesta del alimento (Richardson *et al.*, 2003), compatible con una mayor absorción de NH_4^+ , 1 o 2 horas posterior a la ingesta de la ración y a una mayor ureagénesis a las 3 horas (Mackle *et al.*, 1996).

La capacidad ureagénica se maximizó con el transcurso del experimento en los animales tratados con NNP; siendo sus concentraciones de urea superiores en los días 8 y 15 del experimento ($P<0,05$)

Cuadro 2. Valores de concentraciones medias y del área bajo la curva a las 6 horas de suministrada la ración (ABC) de indicadores sanguíneos en ovinos controles (C) y suplementados 3 veces al día con moderado (MN: 182 mg N/kg^{0,75}) y elevado NNP (EN: 425 mg N/kg^{0,75}) en la ración.

Variable	Control	MN	EN	EE*	P Grupo	P Grupo*hora	P Grupo*día
Urea basal (mmol/L)	6,55	6,55	6,64	0,41	0,9830	-	-
Urea (mmol/L)	6,52 ^c	8,27 ^b	11,06 ^a	0,15	0,0000	0,0002	0,0000
ABC urea (mmol/L)	1,25 ^c	5,02 ^b	11,40 ^a	0,95	0,0000	-	0,0528
Creatinina basal (μmol/L)	75,7	83,2	76,7	4,8	0,5056	-	-
Creatinina (μmol/L)	74,8	80,1	77,0	1,6	0,1000	0,9958	0,1364
ABC creatinina (μmol/L*hora)	75,7	83,2	76,7	4,8	0,5056	-	-
Glucosa basal (mmol/L)	3,51	4,11	4,17	0,27	0,2007	-	-
Glucosa (mmol/L)	3,63 ^b	3,81 ^{ab}	4,05 ^b	0,07	0,0045	0,9561	0,0000
ABC glucosa (mmol/L*hora)	1,27 ^a	0,41 ^a	-1,62 ^b	0,55	0,0114	-	0,0357
Lactato basal (μmol/L)	1,95	1,95	2,23	0,42	0,8630	-	-
Lactato (μmol/L)	1,41	1,14	1,18	0,10	0,2386	0,0030	0,8404
ABC lactato (μmol/L*hora)	0,06	-0,94	-1,68	1,01	0,6026	-	0,6656
βOH-butirato basal (μmol/L)	257	312	238	41,9	0,4594	-	-
βOH-butirato (μmol/L)	286 ^a	257 ^a	190 ^b	10,3	0,0000	0,1998	0,2267
ABC βOH-butirato (μmol/L*hora)	257	248	-65	122	0,2285	-	0,3212
Triacilgliceroles basal (μmol/L)	177	155	175	12	0,3811	-	-
Triacilgliceroles (μmol/L)	183 ^a	145 ^c	162 ^b	4,7	0,0000	0,1918	0,6400
ABC triacilgliceroles (μmol/L*hora)	80,2	42,5	128	47,6	0,5252	-	0,7855
Colesterol basal (mmol/L)	1,06	1,10	1,16	0,11	0,7871	-	-
Colesterol (mmol/L)	1,09	1,04	1,13	0,03	0,1096	0,9587	0,0000
ABC colesterol (mmol/L*hora)	1,06	1,10	1,16	0,04	0,7871	-	-

*EE= error estándar.

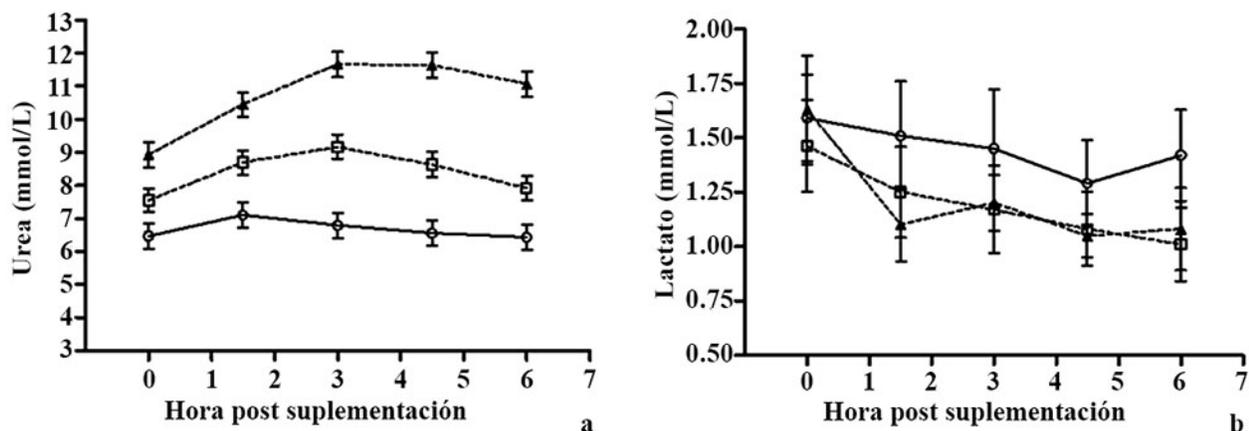


Figura 2. Concentraciones plasmáticas de urea (a) y lactato (b) posterior a la ración de la mañana en ovinos controles (C, ○) y suplementados 3 veces al día con moderado (MN: 182 mg N/kg^{0,75}, □) y elevado NNP (EN: 425 mg N/kg^{0,75}, ▲).

comparado con el día 1 ($P>0,05$), y superiores en EN respecto a MN. El grupo C mantuvo constantes sus concentraciones plasmáticas de urea entre los distintos días del ensayo ($P>0,05$; Figura 3a), situación que se explica por el hecho que el organismo requiere de una semana para ajustar sus concentraciones de urea plasmática cuando se incrementa el consumo de compuestos nitrogenados (Brito, 1999). Si bien, ocurre un aumento en la actividad enzimática ureagénica dentro de 24 horas frente al mayor requerimiento en la detoxificación del NH_4^+ (Chalupa *et al.*, 1970), otros estudios en ratas indicaron que el aumento en la actividad de las enzimas ureagénicas se completa a los 4 a 8 días después de un súbito incremento en la proteína dietética (Schimke, 1962); reafirmando que al primer día de suplementación con NNP los animales del grupo EN cursaron con una hiperamonemia subclínica, habiéndose sobrepasado su capacidad ureagénica.

Cabras infundidas con cargas crecientes de urea incrementaron sus concentraciones de urea plasmática (Fernández *et al.*, 2001), alcanzando valores inferiores a los obtenidos en los grupos tratados con NNP del presente experimento. La concentración observada en el grupo MN fue similar al reportado con una ingesta de 20% de PB en cabras (Harmeyer y Martens, 1980) y las del grupo EN fueron similares a las encontradas en ovinos infundidos por vía ruminal durante 7 días con 13,7 g urea por día (Obara y Dellow, 1993).

La creatininemia fue similar entre los tres grupos, manteniéndose constante posterior a la ingesta de la ración y entre los días de muestreos ($P>0,05$; Cuadro 2).

La glucemia aumentó con el suministro de nitrógeno en la dieta, alcanzando valores sobre el límite superior de referencia para la especie en el grupo EN 2,50 a 4,10 mmol/L (Wittwer, 2012). Cabras sometidas a una creciente carga de urea intrarruminal, similarmente, aumentaron su glucemia (Fernández *et al.*, 2001), lo que estaría relacionado al efecto hiperglucemiante del NH_4^+ (Barej *et al.*, 1982; Fernández *et al.*, 2001), asociado a la liberación de adrenalina e insulina (Barej *et al.*, 1987; Overton *et al.*, 1999; Visek, 1984). Por el contrario, el NH_4^+ inhibe la gluconeogénesis en hepatocitos aislados de cabras (Aiello y Armentano, 1987) y de ovinos (Mutsvangwa *et al.*, 1997; Overton *et al.*, 1999).

Ovinos en ayuno infundidos con NH_4Cl no cambiaron sus concentraciones de glucagón (Barej *et al.*, 1987). La hiperamonemia periférica estimula la liberación de adrenalina en la medula adrenal (Barej *et al.*, 1987) y disminuye la liberación de insulina pancreática y consecuentemente su concentración plasmática (Fernández *et al.*, 1990) induciendo así la glucogenólisis (Barej *et al.*, 1987). Otra probable causa de la hiperglucemia en casos de hiperamonemia estaría relacionada a una baja utilización de la glucosa por los tejidos extrahepáticos insulino sensitivos, más que por el aumento de la gluconeogénesis. Al respecto, ovinos en ayuno e infundidos con NH_4Cl , presentaron concentraciones de insulina inferiores a los infundidos con lactato pero no a los controles (Barej *et al.*, 1987).

Las concentraciones de glucosa plasmática de los días 1 y 8 fueron superiores en los grupos tratados con NNP comparadas con las del grupo C ($P<0,05$; Figura 3 b). A su vez, el día 15 sólo el grupo EN presentó una glucemia superior al control ($P<0,05$). Por otro lado,

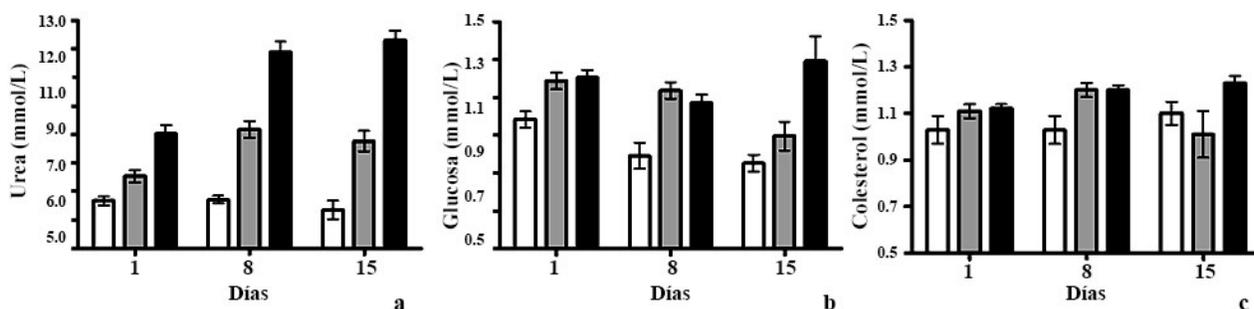


Figura 3. Concentraciones plasmáticas de urea (a), glucosa (b) y colesterol (c) los días 1, 8 y 15 del experimento en ovinos s (C, □) y suplementados 3 veces al día con moderado (MN: 182 mg N/kg^{0,75}, ▒) y elevado NNP (EN: 425 mg N/kg^{0,75}, ■) en la ración.

la glucemia del día 15 fue inferior a las previas en los tres grupos (Figura 3b), no observándose variaciones entre e intra grupos posterior a la ingesta ($P>0,05$). A su vez, el ABC de la glucosa fue negativo en EN y positivo en MN y control (Cuadro 2). Al respecto, la infusión con NH_4Cl , disminuye la liberación de la glucosa por el hígado (Orzechowski *et al.*, 1988). En vacas se ha observado una disminución de la glucemia en la 3^o o 4^o hora posterior a la ingesta de la ración, elevándose posteriormente hasta presentar su pico antes de la próxima ración (Andersson, 1988).

La suplementación con NNP no afectó la lactacidemia ($P>0,05$), si bien se observó una disminución posterior a la administración de la ración en los tres grupos ($P>0,05$; Figura 2b). A su vez, la suplementación con compuestos nitrogenados incrementó las concentraciones de lactato plasmático al disminuir la utilización hepática de lactato (Barej *et al.*, 1987). En animales intoxicados con NH_4^+ dicho aumento se debe a la glucólisis anaeróbica (Visek, 1979). Cabras infundidas con distintas concentraciones de NH_4Cl (0 a 14 $\mu\text{M}/\text{kg}$ PV/min) durante 240 minutos incrementaron sus concentraciones de lactato plasmático, las cuales se mantuvieron elevadas hasta 60 minutos posteriores a la cesación de la infusión, retornando al basal a los 390 minutos (Fernández *et al.*, 2001). Un incremento en el consumo de proteína en la dieta disminuye la actividad de la lactato deshidrogenasa (Schimke, 1962), disminuyendo la síntesis de piruvato vía lactato, incrementando así las concentraciones de lactato en sangre.

El aumento de la glucemia en el presente experimento podría asociarse a una mayor utilización del lactato para la gluconeogénesis. En una experiencia en la que se infundió NH_4^+ en la vena mesentérica el incremento en la liberación de glucosa hepática no se asoció a la entrada o consumo de lactato por hígado (Barej *et al.*, 1987). Sin embargo, el lactato podría estimular ambos, ureagénesis y gluconeogénesis, al incrementar la síntesis de glutamina en hepatocitos, sirviendo como fuente de aspartato y oxoglutarato (Barej *et al.*, 1987).

La concentración de βOH butirato plasmático en el grupo EN fue inferior a los otros grupos ($P<0,05$; Cuadro 2), los cuales fueron similares entre sí ($P>0,05$), indicando que la incorporación de un alto contenido de nitrógeno a la dieta favorecería

el metabolismo energético, disminuyendo la movilización de las reservas lipídicas del organismo. No se observaron variaciones en las concentraciones de βOH butirato plasmático posterior a la ingesta de la ración o entre días en ningún grupo ($P>0,05$). Se ha descrito que un incremento en las concentraciones de βOH butirato plasmático posterior a la ración es resultado de la producción ruminal de butirato el cual es transformado en parte en la pared ruminal a βOH -butirato, con concentraciones máximas a las primeras 3 (Noro *et al.*, 2011; Richardson *et al.*, 2003) a 6 horas (Andersson, 1988) posterior al pico de consumo de la ración.

La suplementación con NNP disminuyó las concentraciones medias de triacilgliceroles plasmáticos ($P<0,05$; Cuadro 2), sin observarse cambios posterior a la ingesta de la ración, situación que se ha observado en vacas lecheras (Noro *et al.*, 2011). Cabras sometidas a una carga de 300 mg de urea/kg de PV incrementaron sus concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados, indicando la movilización de lípidos con el aporte de NNP (Fernández *et al.*, 2001).

Las colesterolemias medias de los tres grupos se encontraron bajo el intervalo de referencia para la especie, 1,50 a 3,90 mmol/L, (Wittwer, 2012), asociable con la baja ingesta de fibra en la dieta y la consecuente menor producción de acetato ruminal (Demigné *et al.*, 1995). Sus valores fueron similares entre ellos ($P>0,05$; Cuadro 2), manteniéndose constante posterior a la ingesta. Un resultado similar se describe en vacas lecheras a pastoreo que no presentaron variaciones en sus colesterolemias en relación al comportamiento alimenticio (Noro *et al.*, 2011).

Las concentraciones de colesterol plasmático del día 1 del experimento fueron similares entre los tres grupos ($P>0,05$); en el día 8 los grupos tratados con NNP presentaron concentraciones superiores al grupo C ($P<0,05$) y similares entre sí ($P>0,05$) y el día 15 fue superior en el grupo EN comparado con la del grupo MN ($P<0,05$), mientras que la del grupo C fue similar a ambos ($P>0,05$; Figura 3d).

El aporte de nitrógeno en la dieta resultó en una producción de proteína microbiana similar, estimada por la excreción de los derivados de purinas en orina (Sandoval y Herrera, 1999). Sin embargo, el pH ruminal se incrementó en los grupos tratados

con NNP, asociado con una mayor producción de NH_4^+ ruminal, probablemente por un incremento en la actividad de la ureasa bacteriana (Moore y Varga, 1996). El NH_4^+ absorbido se metabolizaría a urea, como se deduce por el incremento de las concentraciones plasmáticas de urea a las 3 horas posterior a la ingesta de la ración, con resultados similares a otros estudios efectuados en rumiantes (Noro *et al.*, 2011; Richardson *et al.*, 2003). Sin embargo, como las máximas concentraciones de urea en EN fueron alcanzadas el día 8 del experimento, hace suponer que la capacidad ureagénica estuvo sobrepasada en los primeros días de la suplementación con NNP, siendo maximizada a medida que avanzó la suplementación, hecho vinculado a la adaptación de las enzimas ureagénicas (Schimke, 1962).

Durante ese período el NH_4^+ no metabolizado a urea, sería metabolizado a glutamato y glutamina, o pasaría a circular en la sangre periférica (Newsholme *et al.*, 2003). Por otro lado, el incremento en el aporte de NNP, mejoró el metabolismo energético, observado por el incremento en las concentraciones plasmáticas de glucosa y colesterol, además una coincidente disminución de las concentraciones de βOH -butirato y triacilglicerol plasmáticos. Otros experimentos relacionaron el incremento de la glucosa *in vivo* a la hiperamonemia, justificado por el efecto del NH_4^+ sobre la glucogenólisis (Chapa *et al.*, 1998; Fernández *et al.*, 2001). A su vez, la mayoría de esos experimentos indican un efecto negativo de la suplementación con NNP sobre el metabolismo energético, asociado a que el exceso de NH_4^+ en el ambiente celular bloquearía el ciclo de Krebs (Visek, 1979), reduciendo la concentración plasmática de insulina, la utilización periférica de glucosa e incrementando la movilización lipídica (Fernández *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la suplementación con NNP en la dieta de ovinos en dosis de 182 o 425 mg N/ $\text{kg}^{0.75}$, 3 veces al día indujo una alcalinización del pH ruminal sin modificar la excreción de purinas urinarias e incrementó las concentraciones plasmáticas de urea, glucosa y colesterol, reduciendo la de βOH -butirato. Estos resultados sugieren que el aporte de NNP no modifica la producción de proteína bacteriana, pero incrementa la ureagénesis,

favoreciendo el metabolismo energético, efecto dependiente de la cantidad de NNP suministrado.

AGRADECIMIENTOS

Al DID-UACH, Proyecto DID-UACH- 2004-11, Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Veterinarias por el financiamiento del ensayo y a Francisco Haro, Constanza González, Marcela Lara, Alvaro Sandoval, Luis Aguirre, Alejandra Silva, por la colaboración en los muestreos.

LITERATURA CITADA

- Aiello, R. J. and L. E. Armentano. 1987. Gluconeogenesis in goat hepatocytes is affected by calcium, ammonia and other key metabolites but not primarily through cytosolic redox state. *Comp Biochem Physiol B*, 88: 193-201.
- Andersson, L. 1988. Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 4: 233-251.
- Barej, W., J. Harmeyer, H. Drost and H. Libau. 1982. The effect of hyperammonaemia on plasma glucose, insulin, glucagon, and adrenaline levels in sheep. *Zentralbl Veterinarmed A*, 29: 197-206.
- Barej, W., P. Ostaszewski and G. Pierzynowski. 1987. Urea and glucose formation in ovine liver after ammonia and lactate loading *in vivo*. *Ann Rech Vet*, 18: 29-34.
- Brito, A. L. 1999. Avaliação do uso intensivo de cama de frango na alimentação de bovinos: Alguns aspectos toxicológicos e do metabolismo do nitrogênio. Universidade de São Paulo-USP, São Paulo-SP- Brasil. 235 p.
- Chalupa, W., J. Clark, P. Opliger and R. Lavker. 1970. Detoxication of ammonia in sheep fed soy protein or urea. *J Nutr*, 100: 170-176.
- Chapa, A. M., J. M. Fernandez, T. W. White, L. D. Bunting, L. R. Gentry, T. L. Ward and S. A. Blum. 1998. Influence of intravenous L-carnitine administration in sheep preceding an oral urea drench. *J Anim Sci*, 76: 2937.
- Chen, X. B., E. R. Orskov and F. D. Hovell. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants:

- endogenous excretion, differences between cattle and sheep. *Br J Nutr*, 63: 121-129.
- Cherdthong, A. and M. Wanapat. 2010. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.*, 4: 2232-2241.
- Demigné, C., C. Morand, M. Levrat, C. Besson, C. Moundras and C. Révész. 1995. Effect of propionate on fatty acid and cholesterol synthesis and on acetate metabolism in isolated rat hepatocytes. *Br J Nutr*, 74: 209-219.
- Edjtehadi, M., M. Szabuniewicz and B. Emmanuel. 1978. Acute urea toxicity in sheep. *Can J Comp Med*, 42: 68.
- Emmanuel, B., J. R. Thompson, R. J. Christopherson, L. P. Mulligan and R. Berzins. 1982. Interrelationships between urea, ammonia, glucose, insulin and adrenaline during ammonia-urea toxicosis in sheep (*Ovis aries*). *Comp Biochem Physiol A*, 72: 697-702.
- FAO-AIEA, Food and Agriculture Organization -Internacional Atomic energy Association. 1993. Nutricional Metabolite kit protocols. ed. Joint FAO/IAED Division, animal production and Health section.
- Fernández, J., T. Sahlu, S. Hart, M. Potchoiba, H. El Shaer, N. Jacquemet and H. Carneiro. 2001. Experimentally-induced subclinical hyperammonemia in dairy goats. *Small Rum Res*, 42: 5-20.
- Fernández, J. M., W. J. J. Croom, L. P. Tate and A. D. Johnson. 1990. Subclinical ammonia toxicity in steers: effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. *J Anim Sci*, 68: 1726-1742.
- Haliburton, J. C. and S. E. Morgan. 1989. Nonprotein nitrogen-induced ammonia toxicosis and ammoniated feed toxicity syndrome. *Vet Clin North Am: Food Anim Pract*, 5: 237-249.
- Harmeyer, J. and H. Martens. 1980. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J Dairy Sci*, 63: 1707-1728.
- Helmer, L. G. and E. E. Bartley. 1971. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. *J Dairy Sci*, 54: 25-51.
- Huntington, G. B. and S. L. Archibeque. 1999. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Proc Am Soc Anim Sci*, pp. 1-11.
- Katz, N. R. 1992. Metabolic Heterogeneity of hepatocytes across the liver acinus. *J Nutr*, 122: 843-849.
- Mackle, T. R., C. R. Parr and A. M. Bryant. 1996. Nitrogen fertilizer effects on milk yield and composition, pasture intake, nitrogen and energy partitioning, and rumen fermentation parameters of dairy cows in early lactation. *New Zel J Agric Res*, 39: 341-356.
- Moore, D. A. and G. Varga. 1996. BUN and MUN: Urea nitrogen testing in dairy cattle. *Compendium*, 18: 712-720.
- Motyl, T., W. Barej and H. Leontowicz. 1986. The orotic acid concentration in the blood, milk, and urine of dairy cows fed with urea supplemented diet. *Arch Anim Nutri*, 36: 551-556.
- Motyl, T., A. Orzechowski and S. Pierzynowski. 1987. Urinary orotic acid excretion in hyperammonaemic sheep. I. Effect of portal and peripheral hyperammonaemia. *Zentralbl Veterinarmed A*, 34: 522-528.
- Mutsvangwa, T., J. G. Buchanan-Smith and B.W. McBride. 1997. Effects of ruminally degradable nitrogen intake and in vitro addition of ammonia and propionate on the metabolic fate of L-[1-14C Alanine and L-[15N Alanine in isolated sheep hepatocytes. *J Anim Sci*, 75: 1149-1159.
- Newsholme, P., M. M. Lima, J. Procopio, T. C. Pithon-Curi, S.Q. Doi, R. B. Bazotte and R. Curi. 2003. Glutamine and glutamate as vital metabolites. *Braz J Med Biol Res*, 36: 153-163.
- Noro, M., R. Bertinat, A. Yañez, J. C. Slebe and F. Wittwer. 2012a. Non protein nitrogen supplementation increases gluconeogenic capacity in sheep. *Liv Sci*, 149: 243-248.
- Noro, M., R. Bertinat, A. Yañez, J. C. Slebe and F. Wittwer. 2013. Fructose 1,6-bisphosphatase

- and aldolase B location in organs of sheep supplemented with nonprotein nitrogen. *Comp Clin Path* DOI 10.1007/s00580-013-1744-2.
- Noro, M., J. Borkert, G. A. Hinojosa, R. Pulido and F. Wittwer. 2011. Variaciones diarias de metabolitos sanguíneos y su relación con el comportamiento alimenticio en vacas lecheras a pastoreo primaveral. *Rev Cient*, 21: 125-130.
- Noro, M., C. Strieder-Barboza, D. Kuschel, R. G. Pulido and F. G. Wittwer. 2012b. Variaciones diarias de parámetros ruminales y sanguíneos en vacas lecheras a pastoreo de primavera suplementadas con dos fuentes de nitrógeno no proteínico. *Rev Cient*, 21: 154-162.
- Noro, M. and F. Wittwer. 2012. Relationships between ureagenesis and gluconeogenesis in ruminants fed a high content of nitrogen. *Vet Méx*, 42: 143-154.
- Obara, Y. and D. W. Dellow. 1993. Effects of intraruminal infusion of urea, sucrose or urea plus sucrose on plasma urea and glucose kinetics in sheep fed chopped lucerne hay. *J Agric Sci*, 121: 125-130.
- Orzechowski, A., S. Pierzynowski, T. Motyl and W. Barej. 1988. Net hepatic metabolism of ammonia, propionate and lactate in sheep in relation to gluconeogenesis and ureagenesis. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 59: 113-122.
- Overton, T. R., J. K. Drackley, C. J. Ottemann-Abbamonte, A. D. Beauieu, L. S. Emmert and J. H. Clark. 1999. Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis is altered by increased glucose demand in ruminants. *J Anim Sci*, 77: 1940-1951.
- Puchala, R. and G. W. Kusalek. 1992. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and urinary excretion of purine derivatives. *Can J Anim Sci*, 72: 821-830.
- Reynolds, C. K. 1992. Metabolism of nitrogenous compounds by ruminant liver. *J Nutr*, 122: 850-854.
- Richardson, J. M., R. G. Wilkinson and L. A. Sinclair. 2003. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. *J Anim Sci*, 81: 1332-47.
- Sandoval, C. C. A. y G. F. Herrera. 1999. Estimación de la síntesis de proteína microbiana en rumiantes a través de la medición de los derivados de purina en orina. *Rev Biomed* 10: 241-251.
- Schimke, R. T. 1962. Adaptive characteristics of urea cycle enzymes in the rat. *J Biol Chem*, 237: 459-468.
- Statistix. 2003. Statistix 8.0: User's manual. Analytical software, Tallahassee, FL, USA.
- Visek, W. J. 1979. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assessment. *Nutr Rev*, 37: 273-282.
- Visek, W. J. 1984. Ammonia: Its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. *J Dairy Sci*, 67: 481-498.
- Wittwer, F., Ed. 2012. *Patología Clínica Veterinaria*. Valdivia, Imprenta América.

Estructura poblacional del camarón exótico *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879 (Crustacea: Palaemonidae) en el río Morocoto, estado Sucre, Venezuela

Carlos A. Moreno^{1*}, César A. Graziani², Alexander J. Barrios³,
Elvis J. Villarroel⁴ y Nelson J. Marcano⁵

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA-Delta Amacuro. Isla de Cocuina, Sector Las Manacas, vía el Zamuro, Tucupita, estado Delta Amacuro. Telf.-Fax: 0287-7212023. *correo electrónico: cmoreno@inia.gob.ve

²Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

³Universidad de Oriente, Departamento Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

⁴Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre (FIDAES), Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

⁵Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias Aplicada del Mar, Departamento de Acuicultura, Boca del Río, Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela.

RESUMEN

La estructura poblacional del camarón exótico de río *Macrobrachium rosenbergii* en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela, fue evaluada. Las capturas se realizaron mensualmente con atarrayas durante la noche en un trayecto de 1,5 km entre marzo del 2003 y agosto del 2004. Se determinaron también los parámetros fisicoquímicos del agua. Se capturó un total de 591 camarones, con un promedio de 8,19 organismos/hora de recorrido en el río. La proporción sexual no se alejó significativamente de la esperada, siendo 1,12:1 M:H. La longitud total (LT) promedio fue de 123,417 mm, y la mayor frecuencia de ejemplares se ubicó entre 70 y 119,9 mm de LT (adultos jóvenes), distribuidos de forma unimodal. En *M. rosenbergii* las hembras fueron más pequeñas que los machos, oscilando desde 29,15 hasta 252,30 mm de LT y los machos entre 47,65 hasta 310,4 mm de LT. La relación entre la LT y la masa total (MT) fue isométrica tanto en machos como en hembras, sin diferencias significativas entre sexos, por lo que se estimó una ecuación generalizada común: $\text{Log}_{10} m = -5,5206 + 3,2346 \text{Log}_{10} \text{Lt}$. El Kn reflejó, en ambos sexos, que el río Morocoto es un hábitat favorable para este camarón. Se recomienda desarrollar investigaciones de escala trófica que permitan establecer el comportamiento ecológico de este camarón en la zona y realizar estudios que utilicen técnicas de captura para organismos pequeños, a fin de poder determinar el período de reclutamiento de *M. rosenbergii* en la región.

Palabras clave: *Macrobrachium rosenbergii*, Camarón de río, Estructura poblacional, estado Sucre, Venezuela.

Population structure of the exotic shrimp *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879 (Crustacea: Palaemonidae) in Morocoto river, Sucre state, Venezuela

ABSTRACT

The population structure of the exotic freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in the Morocoto river, Benitez municipality, Sucre state, Venezuela, was evaluated. The captures were performed monthly with cast nets, between march 2003 and August 2004 at night for a distance of 1.5 km. The physical and chemical parameters of water were also determined. A total of 591 shrimp, were captured, with an average of 8.19 organisms/hour of river travelling. The sex ratio did not differ significantly from the expected,

with a ratio 1.12:1 M:F. The average total length (TL) was 123.417 mm, and the greatest frequency of specimens was found between 70 and 119.9 mm TL (young adults), distributed in a unimodal way. Females of *M. rosenbergii* were smaller than males, ranging from 29.15 to 252.30 mm TL and males from 47.65 to 310.4 mm TL. The relationship between TL and the total biomass (TM) was isometric in both males and females, without significant differences between sexes, hence a common generalized equation was estimated as: $\text{Log}_{10} \text{ TM} = - 5.5206 + 3.2346 \text{ Log } 10 \text{ TL}$. The Kn reflected in both sexes that the Morocoto river is a favorable habitat for the shrimp. Trophic related research in order to establish the environmental role of this shrimp in the area, and studies employing techniques to capture small organisms in order to determine the recruitment period of *M. rosenbergii* in the region is recommended.

Key words: *Macrobrachium rosenbergii*, Freshwater prawn, Population structure, Sucre state, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El camarón gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) es originario de los ríos de Malasia, sur de Asia, norte de Oceanía y de las islas del oeste del Pacífico (New y Singholka, 1984) y es la especie sobre la que se sustenta casi todo el comercio mundial de camarones de agua dulce, con una producción global para el año 2010 de 225.830 toneladas métricas, en un 95% derivado de cultivos. Esto representa unos 1217 millones de US\$ en ingresos para los principales países productores, como China, Indonesia, Brunei, Bangladesh, Taiwán, Tailandia e India (FAO, 2013). La introducción de *M. rosenbergii* a Venezuela fue realizada por la Fundación La Salle en 1979, para realizar su cultivo piloto en la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta. Esto permitió su entrada a tierra firme en los estados Bolívar, Delta Amacuro y Portuguesa (Pérez *et al.*, 1997), donde fue cultivado hasta el año 1996, llegando una sola empresa a producir ese último año, 30 toneladas, exportándose a razón de 15 \$/kg. No obstante, la falta de políticas de apoyo a esta actividad y la escasa comercialización, ocasionó que los productores migraran hacia otros rubros como cachamas y tilapias (Graziani *et al.*, 2003).

Macrobrachium rosenbergii es omnívora, y bajo condiciones de cultivo comercial, su crecimiento es heterogéneo, presentando una gran disparidad de tallas. Los machos son más grandes que las hembras, alcanzando 32 cm de longitud total y con un comportamiento territorial que origina cierta jerarquía de los organismos más grandes sobre el alimento, refugio o pareja sexual; por su parte, las hembras llegan a medir hasta 25 cm de longitud total (Holtzman, 1988; Ismael y New, 2000). Esta especie

es menos agresiva que *M. carcinus* y *M. acanthurus*, presenta rápido crecimiento, gran adaptabilidad y resistencia al manejo, características que la hacen atractiva para el uso en acuicultura (New y Singholka, 1984; Graziani *et al.*, 2003).

En la naturaleza, los adultos de *M. rosenbergii* permanecen en agua dulce, en tanto que las hembras ovadas, cuando se acerca el momento de la eclosión de los huevos, migran hacia aguas estuarinas. Al nacer, las larvas requieren de aguas salobres donde completan su desarrollo, que en esta especie dura de 25-30 días hasta alcanzar el estadio de postlarva, las cuales retornan a aguas dulces donde completan su crecimiento (Ling, 1969; Graziani *et al.*, 1993, 1995; Ismael y New, 2000). La frecuencia de tallas de hembras en poblaciones cultivadas de *M. rosenbergii*, antes de efectuar la cosecha, presenta una distribución unimodal, mientras que la de machos suele ser bi o multimodal (Fujimura y Okamoto, 1972).

Se ha reportado un predominio de hembras en poblaciones de camarones cultivados en tanques y lagunas de tierra (Smith *et al.*, 1981; Sandifer *et al.*, 1982; Siddiqui *et al.*, 1995, 1997). Por su parte, Malecha *et al.* (1992) señalaron una alta frecuencia de hembras en la progenie proveniente de cruces naturales. En este sentido, Smith *et al.* (1978), sugirieron que esto se debe a que las hembras ya exceden en número a los machos de la población, o que puede ocurrir una mortalidad selectiva de machos.

En Venezuela, se conoce la presencia del camarón exótico *M. rosenbergii* en caños del Delta del Orinoco (Pereira *et al.*, 1996) y en ríos cercanos a la población de Puerto Ajjies, municipio Benítez, estado Sucre (Pérez *et al.*, 1997). Actualmente su distribución es más extensa y abarca los ríos cercanos a las

poblaciones de Guariquén, Guaraunos, Yaguaraparo e Irapa del estado Sucre (Datos personales), siendo muy apreciado por pescadores artesanales, convirtiéndose en uno de los atractivos culinarios para turistas y pobladores locales, generando un interesante caso de microeconomía. En tal sentido, ante la carencia de estudios en la zona, fue conveniente evaluar la población del camarón exótico *M. rosenbergii* establecida en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre, lo cual es indispensable, no sólo por el posible impacto ambiental, sino también para determinar la sustentabilidad de sus poblaciones para explotación pesquera artesanal, planes de manejo y aprovechamiento en la acuicultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El río Morocoto (63°00' - 62°59' long. Oeste y 10°17' - 10°15' lat. Norte), se encuentra hacia el extremo sur oriental del estado Sucre, ubicado aproximadamente a 2,5 horas de El Pilar, la capital del municipio Benítez, y a 30 minutos de la población Guariquén (Figura 1). En estas zonas bajas, surcadas por numerosos caños (Ajíes, Guariquén y Turuépano) y numerosas islas, domina el clima tropical lluvioso con estación seca de sabana, un período seco bien marcado y una estación lluviosa con precipitaciones mayores a 2.000 mm anuales y la temperatura promedio anual de 28°C se atenúa de acuerdo a la altitud (Aguilera *et al.*, 1980).

De campo

La captura de los ejemplares de *M. rosenbergii* se realizó mensualmente, entre marzo de 2003 y agosto de 2004, en el río Morocoto. El muestreo se llevó a cabo durante dos noches consecutivas en un trayecto fijo de 1,5 km. Para ello se utilizaron atarrayas de 2 y 7 mm de abertura de malla. La temperatura del agua, conductividad, salinidad y oxígeno disuelto fueron obtenidos con medidores portátiles YSI, mientras que el pH, con un peachímetro Scientific Instrument modelo IQ140, durante el tiempo de captura de los ejemplares. Los ejemplares capturados se preservaron con formol al 10% y luego se trasladaron al Laboratorio de Camarones Dulceacuícolas del Departamento de Biología, Escuela de Ciencias (UDO) en Cumaná para su posterior análisis.

En el laboratorio, la confirmación taxonómica de los ejemplares se basó en las características morfológicas descritas por Ling (1969), contabilizando el número de ejemplares y el sexo en base a las características establecidas por New y Shingholka (1984). Para la obtención de datos biométricos se pesó cada ejemplar en una balanza digital Denver DE-400D con 0,001 g de precisión. Igualmente, se midió la longitud total (desde el ápice del rostro hasta el extremo distal del telson) y la longitud total sin rostro (desde el margen posterior de la órbita ocular hasta el extremo distal del telson), siempre a nivel de la línea medio-dorsal del cuerpo con un vernier de 0,05 mm de precisión.

La composición de longitudes de la población de *M. rosenbergii* se realizó elaborando histogramas de frecuencia, donde el eje de las abscisas correspondió a la longitud total (mm) de los organismos, y el eje de las ordenas representó la frecuencia de cada intervalo expresada en porcentaje (Fujimura, 1974; en New y Singholka, 1984).

La abundancia mensual de los organismos se expresó en número de organismos capturados por hora de recorrido del río (Nº org. capt. /hora), mientras que la proporción sexual mensual entre los organismos, se evaluó mediante el análisis de Ji-cuadrado con corrección de Yates (Zar, 1984), con el fin de establecer su cercanía a la proporción 1:1 machos/hembras. Las relaciones entre la longitud total (Lt), del cefalotórax (Lc), con y sin rostro, y el peso total de los organismos, se establecieron mediante regresión potencial (Ricker, 1973). También se realizó la comparación de las pendientes de la relación longitud-peso entre sexos, mediante una Ancova (Zar, 2009). Todas las pruebas se realizaron por sexo con una probabilidad máxima de 5% de error. El factor de condición fisiológica (Kn) fue calculado mensualmente para machos y hembras de *M. rosenbergii*, según Lecren (1951), y se aplicó una prueba de ANOVA para verificar diferencias entre sexos (Zar, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos del agua del río Morocoto

La temperatura del agua del río Morocoto fue la que mostró mayores oscilaciones, observándose los valores superiores en los meses en escasa precipitación, con un valor promedio de 25,33 ± 0,50 °C, con máximos en abril/2003 y mínimos para enero/2004 (Figura 2).

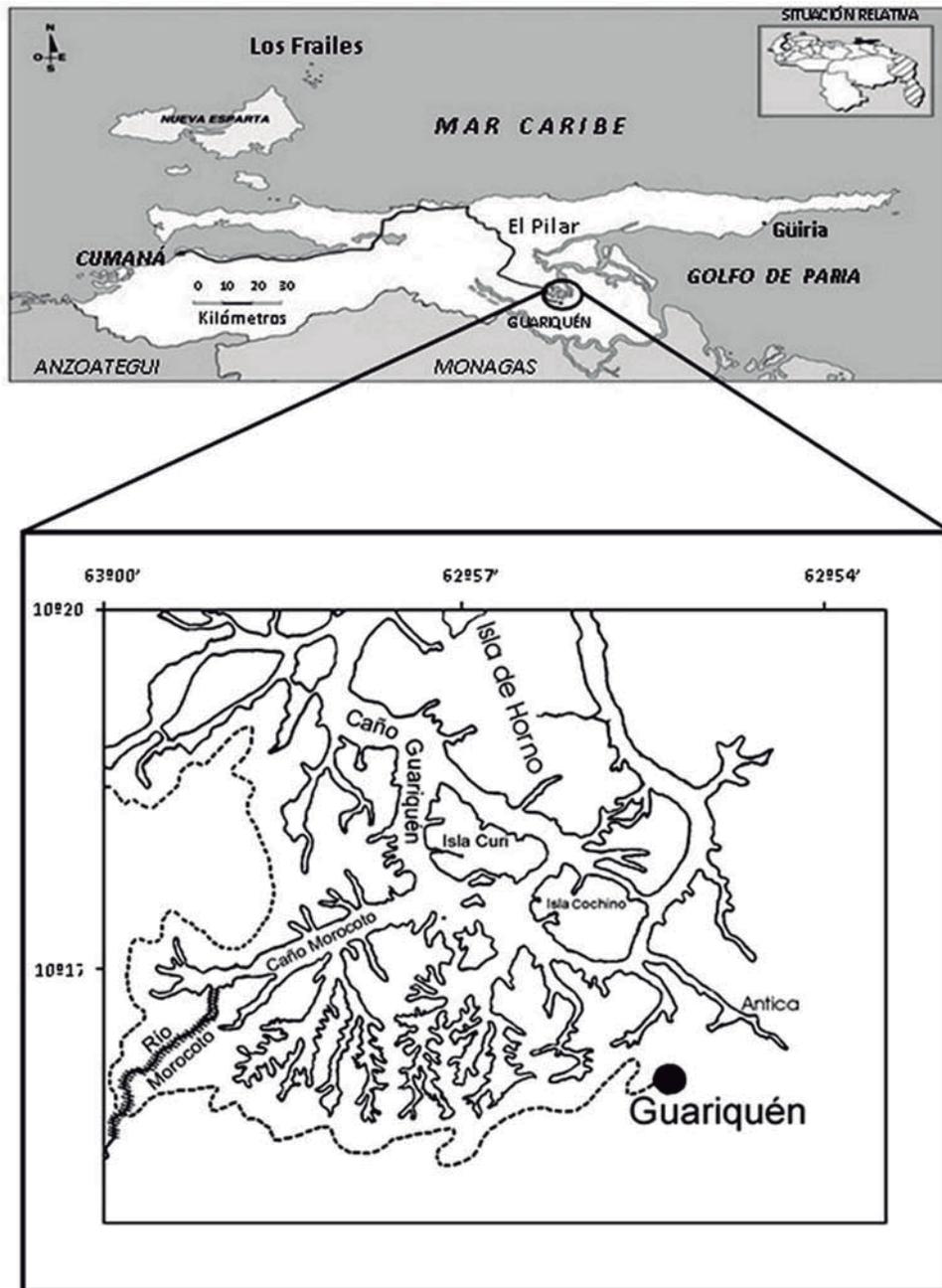


Figura 1.- Ubicación geográfica de río Morocoto, área de pesca del camarón *M. rosenbergii*.

Los valores de la concentración de oxígeno disuelto en el agua fluctuaron entre $6,15 \pm 0,69 \text{ mg L}^{-1}$ y $8,52 \pm 0,23 \text{ mg L}^{-1}$ en abril y octubre/2003 respectivamente, con un promedio de $7,76 \pm 0,32 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 2). El pH promedio fue de $8,03 \pm 0,04$ unidades, con el máximo valor en octubre/2003, y el mínimo en enero/2004 (Figura 3).

La salinidad del agua fue la que mostró menor variabilidad. Los valores oscilaron entre 0,1 y 0,2‰, con un promedio de $0,16 \pm 0,02 \text{ ‰}$, en el cual los mayores valores coincidieron con el período lluvioso. La conductividad del agua presentó un comportamiento similar a la salinidad, con un promedio de $315,56 \pm 5,30 \text{ (}\mu\text{S/cm)}$, tal como se indica en la Figura 3.

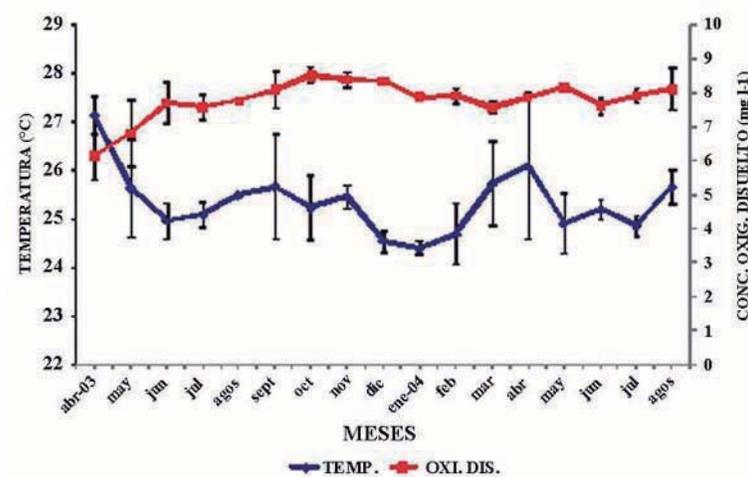


Figura 2.- Variación mensual de la temperatura y concentración de oxígeno disuelto del agua en el río Morocoto.

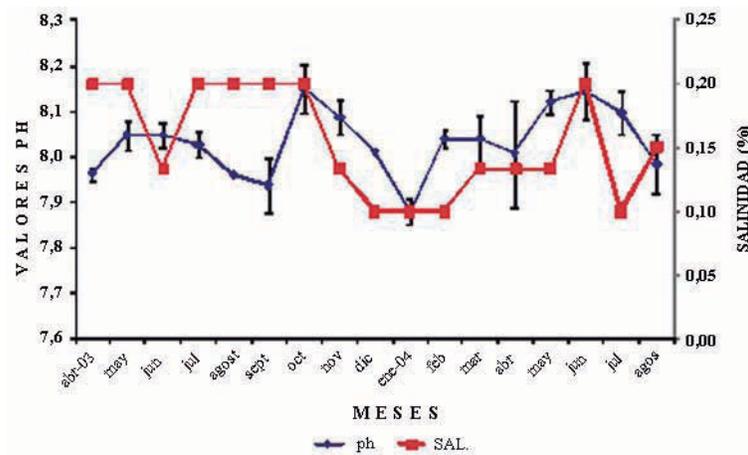


Figura 3.- Variación mensual del pH y salinidad del agua en el río Morocoto.

Abundancia mensual y proporción sexual de la población *M. rosenbergii*

Se recolectó un total de 591 ejemplares de *M. rosenbergii*, para un promedio mensual de 8,19 organismos capturados por hora de recorrido en el río (org. capt./hora). La mayor abundancia de individuos se determinó en junio/2004 con 21,0 org. capt./hora. Igualmente, para agosto/2003, febrero y marzo/2004 se obtuvieron cantidades de 11,0; 13,0 y 15,25 org. capt./hora, respectivamente (Figura 4).

De los 591 ejemplares de *M. rosenbergii* recolectados en el río Morocoto, se obtuvieron 312 machos, 278 hembras y un individuo con sexo indeterminado. La proporción general de sexos fue de 1,12:1 (M:H), no encontrándose una diferencia, estadísticamente significativa con respecto a la

esperada 1:1 (M:H, $\chi^2 = 1,9610$; $P > 0,05$). Sin embargo, en la variación mensual de la proporción sexual, los machos dominaron en la mayoría de los meses de estudio, aunque sólo se alejó significativamente de la esperada (1:1) en marzo y agosto/2003, a favor de los machos (Figura 5).

Distribución de longitudes de la población *M. rosenbergii*

La longitud total (LT) promedio del cuerpo de los ejemplares fue de 123,42 mm, con una mínima de 28,15 mm de LT, y una máxima fue 310,40 mm de LT. La distribución total de longitudes, fue unimodal. En la distribución de longitudes por sexo, ambos grupos reflejaron un comportamiento unimodal (Figura 6). En *M. rosenbergii* se evidenció que las

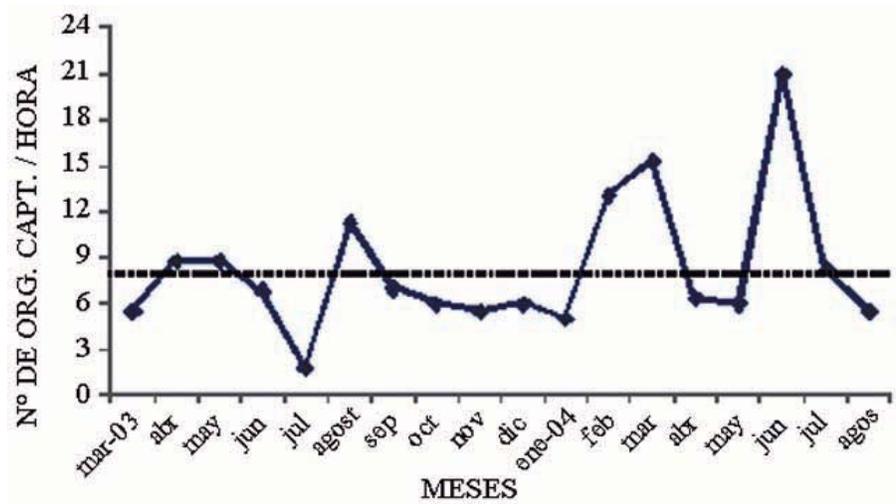


Figura 4- Captura mensual de *Macrobrachium rosenbergii* en el río Morocoto. La línea punteada indica el promedio mensual.

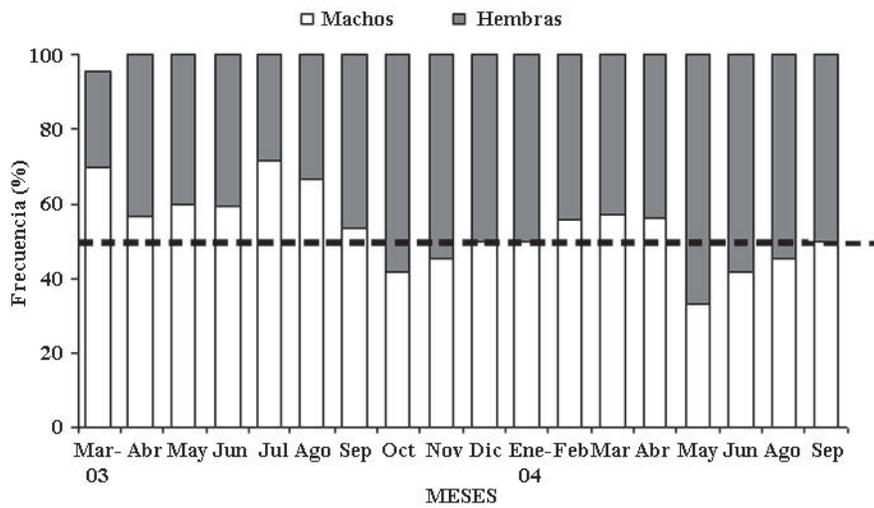


Figura 5.- Variación mensual de la proporción sexual de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto.

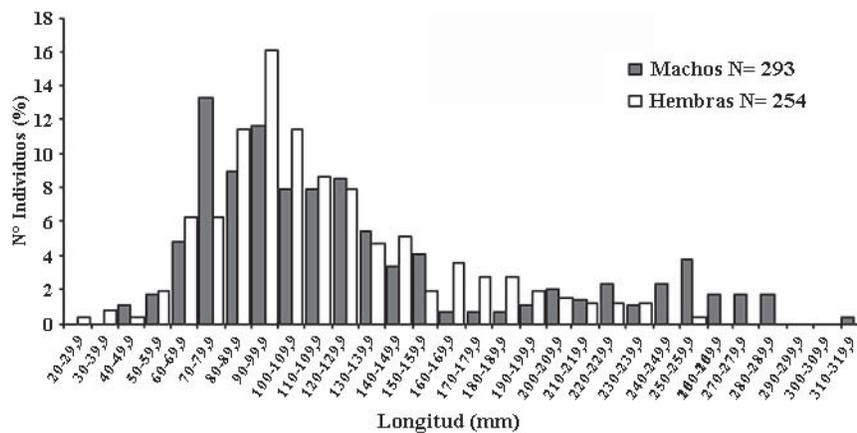


Figura 6.- Distribución de longitudes por sexo de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto.

hembras fueron más pequeñas que los machos, con una variación desde 29,15 hasta 252,30 mm de LT. El 55,51% del total de hembras (141 individuos) dominaron entre los intervalos de 80 y 129,9 mm de LT. No se encontraron hembras por encima de 253 mm de LT. En los machos, se observó una variación desde 47,65 hasta 310,4 mm de LT, estando presentes en casi todos los intervalos de longitudes. Además, el 58,02% del total de machos, 170 individuos estuvieron presentes entre los intervalos 70 y 129,9 mm de LT.

En la distribución de longitudes mensuales, se evidenció que durante la mayoría de los meses estudiados el mayor porcentaje de individuos estuvo entre los intervalos 50 y 129,9 mm de LT, a diferencia de agosto/2003, junio y julio/2004 cuando el mayor número de individuos se encontró por encima de 130 mm de LT. Por otro lado, la mayor cantidad de individuos de pequeñas longitudes ocurrió en los meses de marzo, septiembre/2003, enero y junio/2004, resultado de la dinámica reproductiva que mantiene *M. rosenbergii* en la zona estudiada (Figura 7).

Relación longitud – masa y factor de condición fisiológica relativo (Kn)

La relación entre la LT y la MT de *M. rosenbergii* del río Morocoto, fue lineal, positiva y altamente significativa. La constante de regresión “b”, no se alejó estadísticamente de 3,0 (prueba t Student = 0,586; $P > 0,05$), lo que indica un crecimiento isométrico (Cuadro 1), representado por la ecuación $\text{Log}_{10} m = - 5,5206 + 3,2346 \text{Log}_{10} \text{Lt}$. Igualmente, tanto para el total de machos como de hembras, se encontraron relaciones lineales positivas altamente significativas, (prueba t Student = 1,33; $P > 0,05$), mostrando similarmente un crecimiento isométrico en ambos sexos (Cuadro 1, Figura 8). Del mismo modo, las relaciones mensuales entre la LT con la MT de *M. rosenbergii*, fueron lineales positivas y altamente significativas en la mayoría de los meses. La constante de regresión “b”, no se diferenció significativamente de 3,0; lo que es indicativo de un crecimiento isométrico.

En la Figura 9 se muestra la variación del promedio mensual del factor de condición fisiológica (Kn) de *M. rosenbergii* en ambos sexos, observándose que los machos presentaron mayor Kn (1,0193) que las hembras (1,0160) en la mayoría de los meses de

muestreo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas (KW = 0,988; $P > 0,05$) entre los sexos.

Evaluando la variación mensual del factor de condición fisiológica (Kn) en el total de camarones capturados, se detectó diferencias muy significativas ($H = 39,567$; $P < 0,01$). La prueba *a posteriori* de rangos múltiples, evidenció la formación de cuatro grupos, aunque no pudo separarlos significativamente (Cuadro 2).

Los valores de temperatura, niveles de concentración de oxígeno disuelto y pH del agua en el río Morocoto parecen indicar que la zona posee las condiciones adecuadas para el desarrollo, crecimiento y permanencia del camarón malayo *M. rosenbergii*. En este sentido, Ling (1969) señala que para que *M. rosenbergii* tenga un adecuado desarrollo, la temperatura del agua debe fluctuar entre 22 y 32°C. Por su parte, Díaz *et al.* (1993) demostraron que la temperatura preferida en que esta especie obtiene un máximo incremento de biomasa estuvo entre 29 y 31°C, lo que ratifica la condición de *M. rosenbergii* como una especie netamente de las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Por el contrario, New y Singholka (1984) recomiendan valores superiores para el cultivo de esta especie, indicando que los niveles de oxígeno disuelto en el agua deben estar cercanos a la saturación.

Sin embargo, Zimmermann (1998; en New y Valenti, 2000) señala que dentro de las variables de calidad de agua para el cultivo de *M. rosenbergii* en estanques de tierra, los niveles ideales de oxígeno en el agua deben estar entre 3 y 7 mg. l⁻¹, lo cual corrobora la afirmación realizada al inicio de este párrafo. Igualmente, tomando en cuenta que bajo condiciones de cultivo se recomienda niveles ideales de pH entre 7,0 y 8,5 (New y Singholka, 1984). No obstante, valores superiores a los mencionados en este trabajo fueron determinados por Tidwell *et al.* (1994) quienes indicaron variaciones entre 8,4 y 9,5 unidades de pH en estanques de tierra destinados para el cultivo de esta especie. Pero, Chen y Chen (2003) demostraron que *M. rosenbergii* es muy sensible a bajos niveles de pH, señalando además, que los niveles mínimos aceptables para el cultivo de este crustáceo estuvieron entre 6,2 y 7,4 unidades.

La comparación de los resultados obtenidos en este trabajo con los determinados en otras investigaciones con ejemplares silvestres del género *Macrobrachium*,

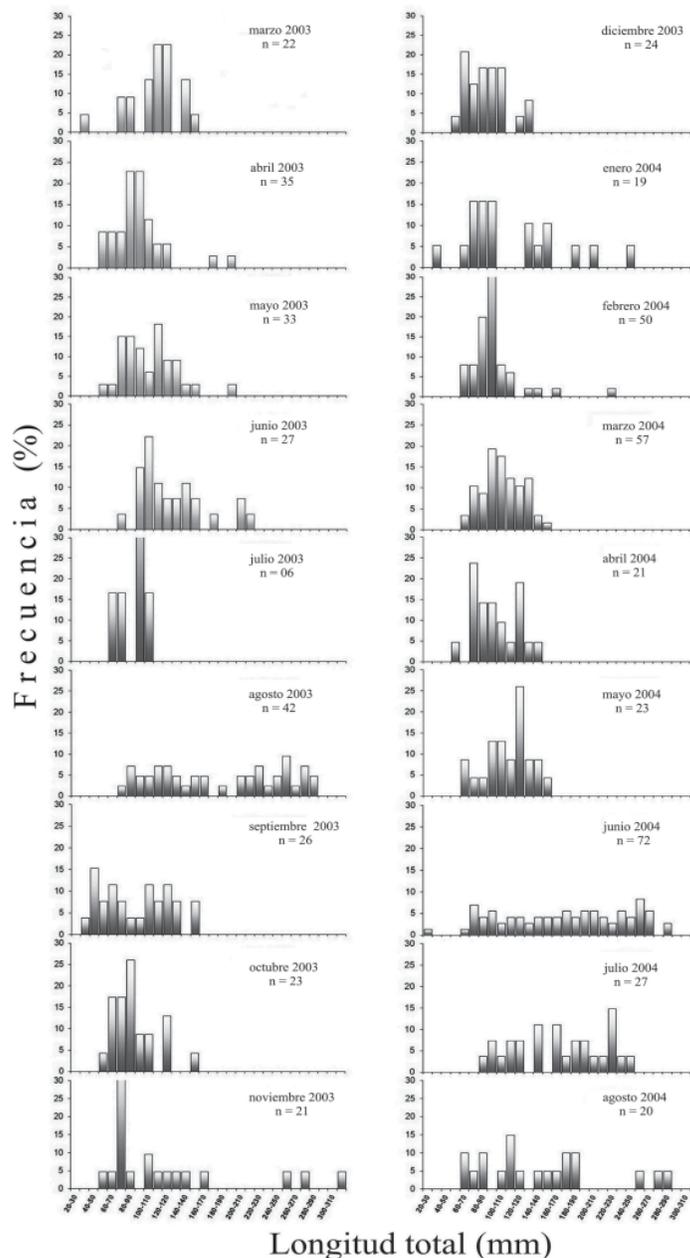


Figura 7.- Distribución mensual de longitudes de *M. rosenbergii* colectados en el río Morocoto entre marzo/2003 y agosto/2004.

Cuadro 1.- Resumen estadístico del crecimiento relativo en la relación longitud total (LT) y masa total (MT) de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto.

Relación	n	b	r ²	Fs	Ts
LT - MT generalizada	500	3,2346	0,9879	3114,129 ***	0,586 ns
LT - MT machos	266	3,2408	0,9894	2176,676 ***	0,587 ns
LT - MT hembras	234	3,223	0,9845	1497,693 ***	0,566 ns

n: observaciones; b: pendiente; r²: coeficiente de determinación; Fs: Fisher; ts: Prueba del estudiante para la comparación de pendientes; ns: no significativo a P>0,05; ***: P<0,001.

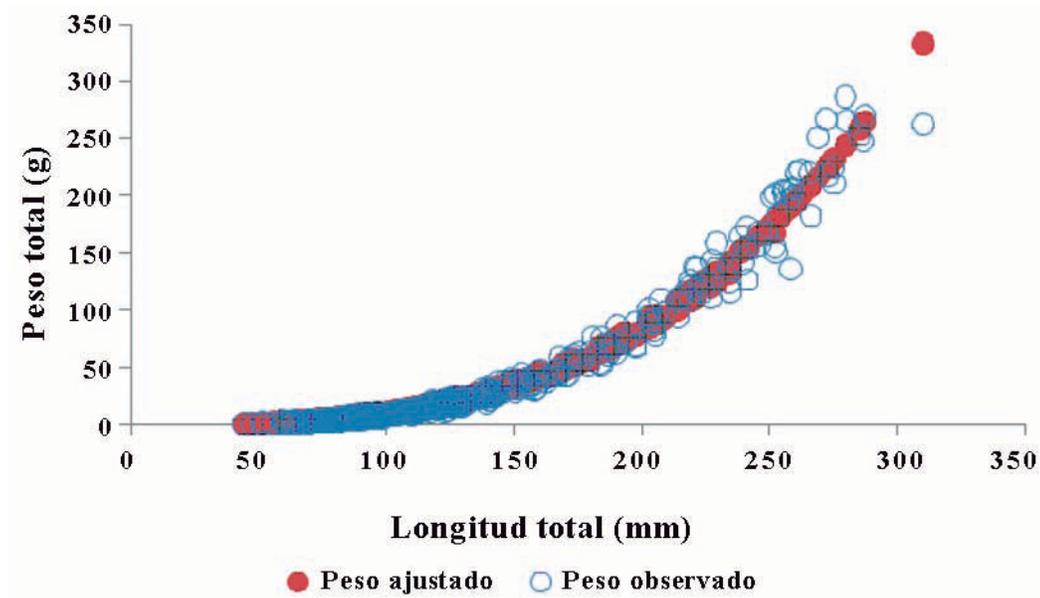


Figura 8.- Relación entre longitud total y la masa total de sexo combinado de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto.

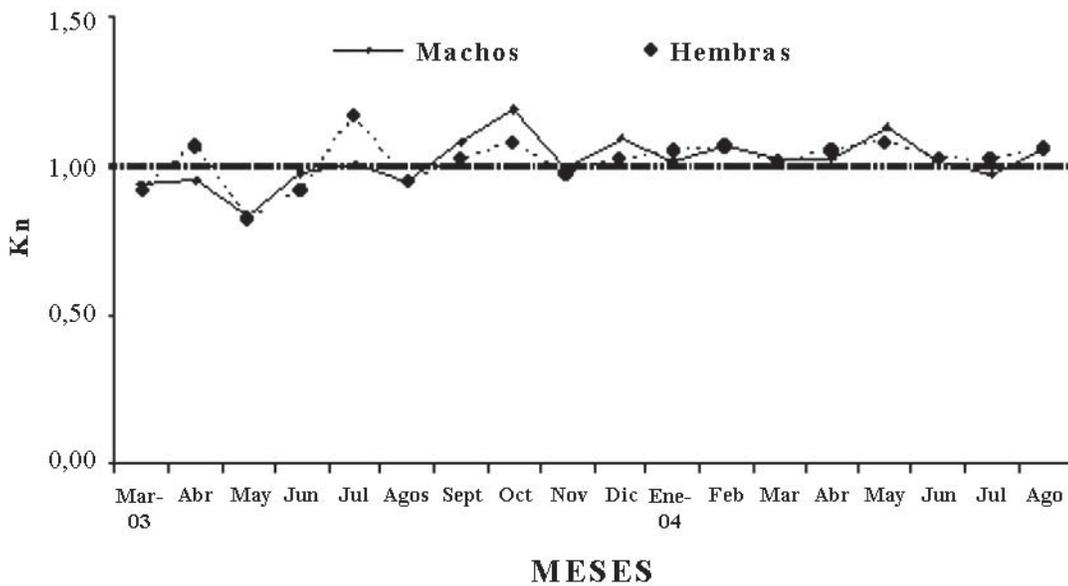


Figura 9.- Variación del promedio mensual del factor de condición fisiológica relativo (Kn) en ejemplares de ambos sexos de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto.

parecen indicar la preferencia de estos organismos por aguas desde ligeramente ácidas a levemente alcalinas. Ejemplares de *M. amazonicum* y *M. jelskii* se han encontrado en aguas continentales venezolanas con niveles de pH entre 5,75 y 7,85 (Vásquez, 1980; Gamba, 1997). Así mismo, estudios realizados con *M. carcinus* y *M. acanthurus*, determinaron valores

desde 5,60 a 7,81 en aguas del río Manzanares, estado Sucre (Cañas, 2000; Rojas, 2005).

Cabe considerar que, las aguas del río Morocoto con valores bajos de salinidad, deben ser consideradas como oligohalinas, durante el período lluvioso (mayo-noviembre). Los valores de salinidad más elevados pueden relacionarse con el aporte de material mineral proveniente de las escorrentías de

Cuadro 2. Resumen de la comparación de medias del factor de condición fisiológica mensual de *Macrobrachium rosenbergii* del río Morocoto. n) observaciones; \bar{X}) promedio; S) desviación estándar; $S_{\bar{x}}$) error estándar; D) RM: Prueba de rangos múltiples.

Mes - Año	n	Intervalo	\bar{X}	S	$S_{\bar{x}}$	RM
Mayo - 2003	28	0,6025 – 1,2488	0,8283	0,1431	0,0715	
Marzo - 2003	21	0,6100 - 1,1040	0,9316	0,1135	0,0735	
Agosto - 2003	39	0,7073 - 1,1228	0,9502	0,0906	0,0482	
Junio - 2003	27	0,7889 - 1,3968	0,9577	0,1352	0,0708	
Noviembre - 2003	21	0,7540 - 1,1360	0,9809	0,1056	0,0709	
Julio - 2004	30	0,7869 - 1,2437	0,9990	0,1070	0,0597	
Abril - 2003	35	0,6835 - 1,8074	1,0028	0,2458	0,0838	
Marzo - 2004	54	0,8402 - 1,3717	1,0187	0,0989	0,0428	
Junio - 2004	76	0,8016 - 1,2169	1,0238	0,0953	0,0354	
Abril - 2004	22	0,8733 - 1,2048	1,0349	0,0893	0,0637	
Enero - 2004	18	0,8867 - 1,2759	1,0358	0,1056	0,0766	
Septiembre - 2003	22	0,8989 - 1,2378	1,0516	0,0881	0,0633	
Diciembre - 2003	21	0,8658 - 1,5939	1,0558	0,1589	0,0870	
Agosto - 2004	21	0,8691 - 1,2824	1,0580	0,1137	0,0736	
Julio - 2003	3	0,9457 - 1,1672	1,0605	0,1110	0,1923	
Febrero - 2004	48	0,8520 - 1,4990	1,0626	0,1191	0,0498	
Mayo - 2004	23	0,7717 - 1,2598	1,0967	0,1128	0,0700	
Octubre - 2003	20	0,9099 – 1,3310	1,1266	0,1033	0,0719	

las laderas del río. A pesar de que el río Morocoto desemboca en un caño con clara incidencia de las mareas, la salinidad no mostró una variación tan amplia, dado que por razones de logística y seguridad de los equipos, los parámetros físico-químicos se tomaron a 1.000 m de la desembocadura, por lo que se infiere que esta distancia y el caudal del río, no permitieron sentir considerablemente el efecto de la salinidad. Salinidades diferentes a las registradas en este trabajo han sido señaladas en hábitats donde se encuentran otras especies del género. Vázquez (1980) capturó ejemplares de *M. amazonicum* en aguas del delta del Orinoco con salinidades entre 1,6 y 26,5‰. Igualmente, Montoya (2003) registró, para la misma zona, salinidades entre 0 y 5 ‰ en aguas

donde recolectaron individuos de *M. surinamicum*, *M. amazonicum* y *M. jelskii*. Mientras, Guzmán *et al.* (1982) señalaron que *M. tenellum* habita en lagunas costeras a salinidades entre 1,32 y 3,93‰.

La conductividad del agua se encuentra relacionada con la presencia de sales disueltas, cuya disociación genera iones positivos y negativos, capaces de transportar la energía eléctrica. En el área de estudio, este parámetro presentó un comportamiento similar a la variación de la salinidad asociándolos también con los aportes de material mineral durante el período de lluvias.

La abundancia mensual de organismos parece estar influenciada por las lluvias. En los meses de la

temporada seca (enero-abril) se encontró un mayor número de organismos, en comparación con los meses de fuertes lluvias (junio-diciembre), con excepción de agosto/2003 y junio/2004. Esto se relaciona con lo cristalino de las aguas y la disminución del caudal del río que facilita el desplazamiento de los camarones, ya que con abundante corriente y aumento de la turbidez del agua, como ocurre en época de lluvias, los camarones tienden a refugiarse en cuevas, debajo de las piedras, en troncos hundidos o semihundidos, lo que dificulta su captura. Indica Vásquez (1980) que *M. amazonicum* prefiere las riberas del río con predominio de corrientes lentas y lagunas de inundación adyacentes al río.

En el río Morocoto, el camarón exótico *M. rosenbergii* comparte el hábitat con otras especies del mismo género, lo cual, posiblemente, influye sobre los niveles poblacionales. Así se tiene que, para la misma zona, García (2006) determinó una tasa de captura de 3,3 org./hora para *M. carcinus*, valores inferiores a los señalados en el presente trabajo (8,19 org./h) y Marcano (2006) encontró valores superiores de captura de *M. amazonicum* con un promedio de 22,2 org./hora. Se desconoce la llegada de *M. rosenbergii* al río Morocoto a pesar de su presencia, no pareciera haber afectado en gran medida la diversidad y abundancia de las otras especies citadas, ya que para el año 1996 la captura de *M. rosenbergii* y *M. carcinus* estuvo en una proporción de 6:4 (Pérez *et al.*, 1997), lo cual no se aleja de la tasa de captura encontrada diez años después.

Aunque existen algunos trabajos sobre biodiversidad para el Delta del Orinoco y Golfo de Paria (Lasso, 2001; Lasso, 2004; Lasso *et al.*, 2004; Lasso *et al.*, 2008), ellos no permiten inferir sobre cambios en la biodiversidad en el río Morocoto. Será conveniente realizar estudios sinecológicos que contemplen y establezcan cambios en la estructura poblacional y diversidad en este río.

La tasa de captura determinada pareciera no permitir desarrollar una pesquería comercial de *M. rosenbergii*, pues en cuatro horas de jornada de pesca arrojaría aproximadamente 2 kg. Es conveniente realizar nuevos estudios con diferentes artes de pesca que pudieran permitir aumentar las capturas y determinar los periodos de reclutamiento. Por otra parte, es necesario resaltar que existe una pesca de subsistencia continua que practican los lugareños para el consumo familiar y

ventas ocasionales, que genera un interesante caso de microeconomía sustentado en una especie foránea.

En el presente trabajo, la relación numérica entre sexos no se alejó de la proporción esperada 1:1 (M:H), similar a lo señalados por Martínez (1983) para *M. rosenbergii*, en estanques de cultivo en Costa Rica (1,3:1,0 M:H); en México para *M. tenellum* (1:1) por Román (1979) y Guzmán *et al.* (1982); y en Panamá para *M. americanum* (1:1) por Smitherman *et al.* (1974). Por su parte, García (2006) y Marcano (2006) encontraron, en el mismo río Morocoto, mayor cantidad de hembras de *M. carcinus* (1:1,7) y *M. amazonicum* (1:1,39), respectivamente.

La distribución de longitudes de *M. rosenbergii* en el río Morocoto, fue mayor que la informada por Martínez (1983), en una población de *M. rosenbergii* en estanques de cultivo en Costa Rica, donde los organismos, presentaron, longitudes promedio de 116 mm LT. Ling (1969) indicó que esta especie de camarón de río alcanza las mayores tallas del género con 320 mm de LT. En este trabajo la talla máxima fue alcanzada por un macho de 310,14 mm de LT, y no se encontraron hembras por encima de 253 mm de LT. Sin embargo, en la distribución mensual de longitudes de *M. rosenbergii*, se pudo notar que la frecuencia de organismos fue constante en las tallas medianas (entre 60 y 180 mm de LT), lo que permite inferir que esta población estuvo formada en su mayoría por organismos adultos jóvenes. Pese a que, se observó la presencia de algunos organismos juveniles en los meses de marzo, septiembre/2003, enero y junio/2004, que podrían indicar la entrada de nuevos reclutas a la población.

La regresión entre la longitud total y la masa total (LT-MT) determinada en *M. rosenbergii*, tanto en machos como hembras, mostró un crecimiento isométrico, indicando que, a pesar que los machos presentan una mayor ganancia en masa respecto a la longitud, este tipo de crecimiento pudo estar influenciado por un número elevado de organismos recolectados de ambos sexos, de talla pequeña a mediana, en los cuales sus características de dimorfismo no están bien determinadas y ello se refleja en la no diferenciación de las ecuaciones de regresión entre machos y hembras. Anger y Moreira (1998) refieren que en las especies del género *Macrobrachium* la ganancia en masa es más rápida que en longitud, pudiendo estar compensada por el

dimorfismo sexual más fuerte en algunos órganos, como es el crecimiento desproporcionado con respecto a los machos grandes.

Según Lecren (1951), el factor de condición fisiológica (Kn) refleja el grado de bienestar del organismo. En este sentido, el hecho de que no se encontraran diferencias significativas entre el Kn de hembras y machos de *M. rosenbergii* en el río Morocoto, indica que la condición del total de organismos se mantuvo similar; además ambos sexos presentaron un Kn total cercano a lo esperado (Machos: 1,0193 y Hembras: 1,0160), indicando que tanto hembras como machos presentaron una buena condición fisiológica, por lo que el río Morocoto, parece ser un hábitat favorable para estos camarones.

Del mismo modo, al considerar la variación del Kn mensual de *M. rosenbergii*, se encontraron diferencias muy significativas entre los meses, a pesar de que en la mayoría de los meses el Kn estuvo cercano a uno (1). Aunque, se observa la tendencia a formarse un grupo con los valores promedio menores y otro integrado por los valores promedio mayores. Esto pudiera significar que la condición fisiológica de los organismos en estos meses estuvo afectada por otros factores diferentes a la alimentación, entre los que podrían señalarse el hecho de que se trata de camarones en proceso reproductivo, lo cual conlleva a una inversión considerable de energía, por el hecho de que estos organismos deben desarrollar el ovario, realizar una muda precópula, endurecer el nuevo y blando exoesqueleto, airear y limpiar constantemente la masa ovígera (Graziani *et al.*, 1995).

CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en río Morocoto, indican que la zona posee las condiciones necesarias para el desarrollo, crecimiento y permanencia de la población del camarón malayo *M. rosenbergii*, encontrándose que la variación de la abundancia mensual de esta especie está influenciada particularmente por la época de lluvias en la zona.

La presencia del camarón exótico *M. rosenbergii* en río Morocoto, pareciera no haber afectado la diversidad y abundancia de otras especies de *Macrobrachium*, y su tasa de captura no permitiría desarrollar una pesquería comercial

La población del camarón malayo *M. rosenbergii*, en el río Morocoto, está en equilibrio, en relación a la proporción de organismos de ambos sexos, encontrándose en la mayoría de los meses, una proporción igual a la esperada en las poblaciones naturales (1♂:1♀). Además, esta especie mostró una distribución de longitudes unimodal, dominada en su mayoría por organismos adultos jóvenes (123,42 mm de LT promedio), donde los machos alcanzaron mayores tamaños que las hembras, en un ambiente que parece ser un hábitat favorable para este camarón exótico, lo que se reflejó en la buena condición fisiológica de ambos sexos.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, J., M. Azocar, C. Rosas., N. Gallardo J.Gutiérrez, C. Figueroa R. Moreno A. Nassar C. Quijada. y R. Vallenilla. 1980. *Atlas del Estado Sucre*. Programa Colegio Universitario de Carúpano, Centro de Investigaciones y Zona Educativa del estado Sucre. 31 p.
- Anger, K. y G. Moreira. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *J. Crust. Biol.*, 18(4): 823–838.
- Cañas, Y. 2000. Bacterias epibióticas asociadas al camarón de río (*Macrobrachium carcinus*) (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Palaemonidae) del río Manzanares, estado Sucre. Trabajo Especial de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, 42 p.
- Chen, S. and J. Chen. 2003. Effects of pH on survival, growth, molting and feeding of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 218: 613-623.
- Díaz, F., L. Bückle. y A. Reichelt. 1993. Osmorregulación y campo de crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Rev. Biol. Trop.*, 41 (3): 585-590.
- FAO. 2013. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Disponible en línea: www.fao.org.>FAOHOME>fisheries&acuacultura. [Ene 08, 2013].
- Fujimura, T. and H. Okamoto. 1974. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii*. En: *Coastal Aquacul. in the Indo-Pacific Region*. Pillay, T.

- V. R (Ed.). pp: 313-327. Fishing News Books Ltd. para IPFC/FAO.
- Gamba, A. 1997. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Acta Cient. Venezuelana*, 48: 19-26.
- García, P., M. 2006. Aspectos reproductivos y poblacionales del camarón (*Macrobrachium carcinus*) (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Palaemonidae) en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre. Trabajo Especial de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná. 52 p.
- Graziani, C., M. De Donatoy y K. Chung. 1993. Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 41 (3): 657-665.
- Graziani, C., K. Chung. y M. De Donato. 1995. Salinidades óptimas en larvas y postlarvas de *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 34 (1-2): 33-40.
- Graziani, C., C. Moreno, E. Villarroel, T. Orta C. Lodeiros and M. De Donato 2003. Hybridization between the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) and *M. carcinus* (L.). *Aquaculture*, 217 (1-4): 81-91.
- Guzmán, M., J. Rojas y L. González. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "Chacal" *Macrobrachium tenellum* y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 9(1): 132 – 145.
- Holtzman, K. 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. FONDEPESCA. México. 128 p.
- Ismael, D. and M. New. 2000. Biology. En: *Freshwater Prawn Culture*. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. (Eds. New, M. y Valenti, W.). pp18-40. Blackwell Science Ltd., London UK.
- Lasso, C. y J. Meri. 2001. Estructura comunitaria de la ictiofauna en herbazales y bosques inundables del bajo río Guanipa, cuenca del Golfo de Paria, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 155: 73-89.
- Lasso, C., O. Lasso-Alcalá, C. Pombo y M. Smith. 2004. Ictiofauna de las aguas estuarinas del delta del río Orinoco (caños Pedernales, Mánamo y Manamito) y golfo de Paria (río Guanipa): diversidad, distribución, amenazas y criterios para su conservación. pp. 70-89. **En:** C. A. Lasso, L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love (Eds.), Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional, Washington DC.
- Lasso-Alcalá, O., C. Lasso. y J. Rodríguez., 2008. Comunidad de peces demersales del sector suroriental del golfo de Paria, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 170: 99-124.
- Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love. 2004. Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation International. Washington DC, USA.
- Lecren, E. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, (20): 201-219.
- Ling, S. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fish. Rep.*, 3 (57): 589-606.
- Marcano, N. 2006. Aspectos poblacionales del camarón *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) en el río Morocoto, municipio Benítez, estado Sucre. Trabajo Especial de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, 47 p.
- Martínez, G. 1983. Estructura de la población y biometría de los sexos de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Decapoda:

- Palaemonidae) cultivado en Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Lat. Acui.*, 15: 33-40.
- Montoya, J. 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichornia crassipes* (water hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Carib. J. Sci.*, 39(1): 155-159.
- New, M. and S. Singholka. 1984. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO, Doc. Téc. Pesca, (225): 118 p.
- New, M. y W. Valenti. 2000. *Freshwater Prawn Culture. The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science Ltd., London UK, 443 p.
- Pereira, G., H. Egáñez y J. Monente. 1996. Primer reporte de una población silvestre, reproductiva de *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) en Venezuela. *Acta Biol. Venezolana*, 16 (3): 93-95.
- Pérez, J., C. Graziani y M. Nirchio 1997. ¡Hasta cuando los exóticos!. *Acta Cient. Venezolana*, 48: 127-129.
- Ricker, W. 1973. Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 30 (3): 409-434.
- Rojas, N. 2005. Desarrollo y aplicación de la técnica de electroeyaculación para el camarón de río *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836). Trabajo Especial de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, 46 p.
- Román, C. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 6(2): 137 - 159.
- Sandifer, P., T. Smith, A. Stokes and W. Jenkins. 1982. Semi-intensive grow-out of prawns (*Macrobrachium rosenbergii*): preliminary results and prospects. En: *Giant prawn farming, developments in aquaculture and fisheries*, Vol. 10, (Ed. By M. B. New), pp 161-172. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.
- Siddiqui, A., H. Al Hinty and S. Ali. 1995. Effects of harvesting methods on populations structure, growth and yield of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), cultured at two densities. *J. Applied Aquacul.*, 5: 9-19.
- Siddiqui, A., Y. Al Hafedh, A. Al Harbi and S. Ali. 1997. Effects of stocks density and monosex culture of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* on growth and production in concrete tanks in Saudi Arabia. *J. World Aquacul. Soc.*, 28: 106-112.
- Smith, T., P. Sandifer and M. Smith. 1978. Population structure of Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) reared in earthen ponds in South Carolina, 1974-1976. *Proc. World Maricul. Soc.*, 6: 55-66.
- Smith, T., P. Sandifer, W. Jenkins and A. Stokes. 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *J. World Maricul. Soc.*, 12: 233-250.
- Smitherman, R., D. Moss. and E. Díaz. 1974. Observations on the biology of *Macrobrachium americanum* Bate, from a pond environment in Panamá. *Proc. 5th World Maricult. Soc.* 29-40.
- Tidwell, J., C. Webster, L. Goodgame. and L. D'Abramo. 1994. Populations characteristics of *Macrobrachium rosenbergii* fed diets containing different protein sources under coolwater conditions in earthen ponds. *Aquaculture*, 126: 271-281.
- Vásquez, E. 1980. Contribución al conocimiento de la biología del camarón de río *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) en función de su potencial de cultivo. *Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle.*, 40 (113):139-157.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd. Edition. Prentice Hall. USA.
- Zar, J. H. 2009. *Biostatistical analysis*. Fourth Edition, Pearson Education, Inc., Indian by Englewoods Cliff, N. J. 699 p.

Aspectos reproductivos del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) en la Cuenca del río Apure, Venezuela

Alfredo Pérez¹, Otto Castillo², Aniello Barbarino³ y Nidia Fabr e⁴

¹Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Regional, Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Fernando, estado Apure, Venezuela.

Correo electrónico: piracatinga@yahoo.com.br

²Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) Vicerrectorado de Producción Agrícola, Programa Ciencias del Agro y del Mar. Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. Correo electrónico: castillo.otto@gmail.com

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental Apure, Carretera Perimetral, AP. 94, San Fernando, estado Apure, Venezuela. Correo electrónico: abarbarino@inia.gob.ve

⁴Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciencias Biologicas e da Saude (ICBS), Setor Biodiversidade e Ecologia, Alagoas, Brasil

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar los aspectos reproductivos y pesqueros de *Pseudoplatystoma tigrinum* y su relación con el pulso de inundación. Fueron analizadas las frecuencias de los estadios de madurez sexual, proporción sexual, talla media de madurez sexual, proporción sexual y fecundidad. Un total de 1.165 peces fueron procesados oriundos de los tributarios del río Apure (alto llano) y del cauce más la planicie inundable del río Apure (bajo llano), entre los años 1996 y 2003. Se determinó mediante el índice gonadosomático, que esta especie se reproduce durante los meses de mayo y junio, previo al máximo llenado del río. La presencia de ejemplares sexualmente maduros (estadios III y IV), indican que el desove es sincrónico con el pulso de inundación y ocurre entre mayo y junio en los tributarios del río Apure, donde el predominio de las hembras fue evidente. La fecundidad absoluta osciló entre 782.268 a 3.420.556 ovocitos. En el alto llano se observó una disminución de los valores de la talla media de madurez sexual de 69,4 cm de longitud furcal (LF) en 1996 a 65,0 cm de LF en 2002, así como en la distribución de tallas de máximo rendimiento. Aspectos relacionados con la sobreexplotación del recurso también son discutidos.

Palabras claves: Madurez sexual, Fecundidad, *Pseudoplatystoma tigrinum*, Apure, Venezuela.

Reproductive aspects of striped catfish *Pseudoplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) in Apure Basin, Venezuela

ABSTRACT

The goal of this study was to assess the reproductive and fisheries aspects of *Pseudoplatystoma tigrinum* and their relationships with pulse inundation. The sexual development frequency, sexual proportion, sexual maturation mean length, sexual proportion and fecundity were analyzed. 1165 fishes were processed from tributaries of Apure River (highland) and from floodplain of Apure River (lowland) from 1996 to 2003. Using the gonadosomatic index it was determined that the reproduction period is from may to June, during rising waters in the main channel. The observation of fishes with advanced maturate gonads (state III and IV) showed that the reproduction is synchronic with the inundation pulse in the tributaries of Apure River, where the females were abundant. The absolute fecundity varies between 78.268-3.420.556 oocytes. In the tributaries (highland) the sexual mean length be lowing from 69.40 cm (in 1996) at 65.0 cm in 2002. Also relationship with overfishing aspects are discussed.

Key words: sexual maturity, fecundity, *Pseudoplatystoma tigrinum*, Apure, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Comprender el ciclo de vida de una especie, representa un elemento importante en el estudio de la dinámica poblacional, para el éxito de cualquier plan de manejo de los recursos pesqueros tanto en ambiente marino como continental (Harden-Jones, 1970; Gulland, 1983; Fonteles-Filho, 1989; Sparre y Venema, 1995).

En los ríos con planicies inundables de América del Sur, los ambientes acuáticos estacionales creados por el pulso de inundación, constituyen la principal área de cría de los peces (Junk, 1997), lo que indica que en otro lugar de la cuenca se debe llevar a cabo la reproducción, por tanto la conexión entre estas áreas deben generar rutas migratorias (Poulsen *et al.*, 2002), y esto se ha evidenciado en muchas especies de importancia pesquera, como: *Brachyplatystoma roseauxii* (Barthem y Goulding, 1997), *Brachyplatystoma vaillantii* (Barthem y Goulding, 1997) y *Prochilodus platensis* (Bayley, 1973).

En Venezuela, la pesca artesanal continental, en comparación con la pesca artesanal marítima, tiene una menor importancia relativa, en términos de biomasa. El aporte máximo de la pesca continental a la producción nacional nunca ha sobrepasado el 14% (15.000 ton.). En la cuenca del río Apure, existen alrededor de 1.000 especies de peces (Taphorn *et al.*, 1997; Lasso *et al.*, 2003) y se han detectado unas 70 especies con interés comercial para consumo humano.

Los bagres conocidos como “rayados” pertenecen al género *Pseudoplatystoma* están representado en Venezuela, por dos especies en el continente suramericano (*P. fasciatus* y *P. tigrinum*). Por su abundancia en número, el bagre rayado (*Pseudoplatystoma tigrinum*) es la segunda especie de importancia comercial en los desembarques continentales de Venezuela; solamente en el periodo desde 1996 a 2003, *P. tigrinum* representó en promedio el 15,7% de la captura total continental, contribuyendo en promedio con 6.121 ton/año (Novoa, 2002). Esta especie es altamente valorada y demandada en el mercado, se consume principalmente fresco en los centros de consumo ubicados en las principales ciudades del país (Castillo *et al.*, 1988; Novoa, 2002).

A pesar que *P. tigrinum* representa una de las especies más importantes del río Apure, el conocimiento de algunos aspectos de su ciclo de vida

es limitado (Castillo *et al.*, 1988; Barbarino *et al.*, 1999), incluso en la Cuenca del río Apure (Apuróquia), no existe información sobre el impacto de la pesca sobre la porción de la población que está siendo pescada, lo que podría afectar la sustentabilidad de este importante recurso pesquero, por falta de información sobre su biología. Por este motivo, el conocimiento de los aspectos reproductivos, es esencial para proporcionar elementos claves en el manejo sostenible de este recurso pesquero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de datos

Los datos biológicos como: longitud furcal (LF), peso eviscerado (Pe), sexo y estadios de maduración sexual de *P. tigrinum* fueron obtenidos mensualmente de diversas fuentes:

a) En el alto llano, 211 ejemplares fueron obtenidos de los mercados municipales, próximos a los tributarios del río Apure (ríos Sarare, Caparo, Guanare, Portuguesa y San Carlos), durante los periodos 1996 a 1998 y 2002 a 2003.

b) En el bajo llano, 951 ejemplares fueron obtenidos, por medio de muestreos mensuales durante el periodo 1996 a 2003, en el cauce principal del río Apure (Figura 1).

Estos datos fueron colectados usando embarcaciones de pesca que habitualmente usan los pescadores artesanales. Estas embarcaciones tienen una eslora de 10 a 12 m y son propulsadas por motores fuera de borda de 40 HP. Normalmente dos embarcaciones son utilizadas para realizar un arrastre con una red de ahorque (“gill net”) de 120 m x 4 m, con una abertura de malla entre nudos de 4 a 8 cm. La velocidad de arrastre varía de 5.0 a 6,1 Km/h, con un promedio de 5,5 Km/h durante el curso total del arrastre.

Para determinar los diferentes estadios de madurez sexual de las hembras de *P. tigrinum*, se usó la clasificación macroscópica de las gónadas dada por Vazzoler (1996).

El índice gonadosomático (IGS) según la relación propuesta por Anderson y Gutreuter (1992): $IGS = (\text{Peso de las gónadas} / \text{Peso estimado del pez}) \times 100$, es un índice que permite determinar el inicio de la maduración sexual y la época de desove, el cual fue

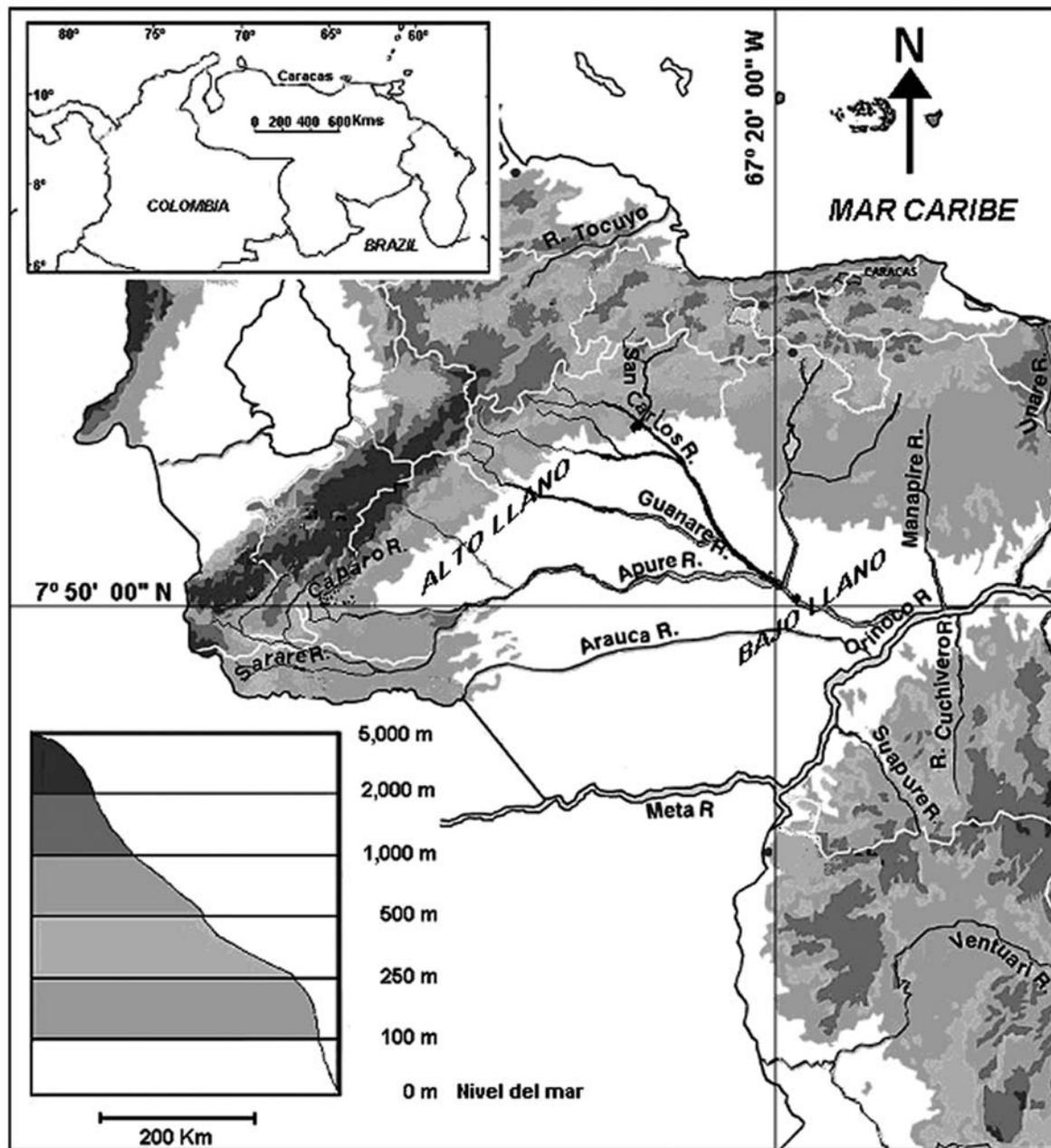


Figura 1. Localización de las áreas de muestreo de *P. tigrinum*, correspondiente al alto y bajo llano en la cuenca del río Apure.

calculado mensualmente, a fin de establecer la época y la frecuencia de los desoves, a partir de la frecuencia de los estadios de desarrollo gonadal y del IGS, los valores medios mensuales del IGS, fueron calculado solamente para las hembras, debido a la dificultad de extraer completas las gónadas de los machos, sobre todo en las fases inmaduras.

Los ovarios de 65 hembras del alto llano y de 609 hembras del bajo llano, fueron considerados, de los cuales 42 y 185 ovarios respectivamente, además de extraerlos y pesarlos con la ayuda de dinamómetros de diferentes capacidades,

Para el análisis de fecundidad se extrajeron algunos ovarios en estadio III (fase vitelogénica), que fueron pesados y fijados en una solución de formaldehído

al 5%. Para la determinación de la fecundidad absoluta se utilizó el método gravimétrico (Bagenal 1978), separando y pesando tres trozos pequeños de diferentes regiones del ovario, e introduciéndolos en viales con solución de Gilson, que permitieron la disgregación de los ovocitos, para su conteo y extrapolarlo al peso total del ovario. Se estimó la fecundidad relativa dividiendo la fecundidad absoluta entre el peso eviscerado del pez. También, se midió el diámetro mayor de una fracción de 60 ovocitos tomados al azar, con la finalidad de hacer inferencias sobre la estrategia de reproducción total o parcial de esta especie (Breder y Rosen, 1966). Para contar y medir los ovocitos se utilizó un microscopio estereoscópico marca LEICA MZ-6 con aumento de 10x1.25, conectado a una cámara digital de vídeo, acoplada a una computadora; la observación de los ovocitos fue realizada con luz reflejada sobre una base cóncava de fondo negro. La medición del diámetro de los ovocitos se realizó, con ayuda de las herramientas del programa *Imagen Pro Express* versión 4.0 (Media Cybernetic Inc.).

Para comparar la proporción sexual de *P. tigrinum* entre el alto y bajo llano, fue probada la hipótesis H_0 : la proporción sexual es independiente del área, y la hipótesis H_1 : la proporción sexual es dependiente del área, utilizando la prueba de independencia $R \times C$, a través de una Tabla de contingencia (fila 8 x columna 2) aplicando el estadístico G (Sokal y Rohlf, 1981). Igualmente, se comparó la estructura de tallas por sexos. Para ello fue utilizado, la prueba de chi cuadrado (χ^2), para determinar diferencias significativas en la proporción sexual entre las clases de tallas.

Estimación de la talla de maduración sexual

El tamaño medio de primera madurez sexual (L_{50}), fue estimado para las hembras, ajustando la proporción de peces maduros por clases de tallas de dos centímetros de longitud furcal (LF) a un modelo logístico, estimados por sexo, de la ecuación: $L_{50} = 1/[1 + \exp(-b(L_i - (-a/b)))]$ (King, 1995), donde: L_i = longitud furcal observada; a y b = son las constante del ajuste lineal entre la longitud furcal (LF) y el logaritmo de la proporción del número de hembras maduras vs número total de hembras en la muestra, $\ln((1-P)/P)$. La talla media de madurez sexual fue tomada como la talla en la cual el 50% de los individuos están maduros. A fin de mostrar el efecto

de la pesca sobre el tamaño de los peces, para cada área de los llanos occidentales, fue estimada la talla de máximo rendimiento (L_{OPT}), derivadas de las ecuaciones empíricas de Froese y Binohlan (2003): $\text{Log}(L_{OPT}) = 1,0421 * \text{log}(L_{\infty}) - 0,2742$ (para ambos sexos), donde $L_{\infty} = \text{LF máx obs}/0,95$ (Pauly, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La frecuencia de los estadios de madurez sexual III y IV en las hembras de *P. tigrinum* del bajo llano, fue baja, con respecto a lo observado en el alto llano (Figura 2a), donde una alta frecuencia de hembras ovadas en estadio III, fue apreciada principalmente, así como de hembras listas para el desove (estadio IV). En cuanto al bajo llano, durante ese período, la frecuencia de hembras maduras o en proceso de desove fue baja o nula (Figura 2b).

Ciclo de maduración gonadal

Cuando los diferentes estadios de madurez sexual, son comparados con el periodo hidrológico del río, observamos una correspondencia con la expansión de los espacios acuáticos y el inicio del proceso reproductivo, como se evidencia en la Figura 3a. En base al ciclo de maduración gonadal y a la presencia de ejemplares hembras en estadios III y IV de desarrollo gonadal, el espectro de reproducción para *P. tigrinum* en la cuenca del río Apure, se inicia a finales de marzo y culmina en junio.

Dentro de este marco, se analizó también la relación entre los estadios de madurez sexual con la talla, en los peces capturados en el alto llano. En este sentido se observó que a partir de los 65 cm de LF se reduce la frecuencia de las hembras en estadio I y II, y empiezan a aumentar los estadios III y IV (Figura 3b). También se evidenció que las frecuencias de los peces mayores de 70 cm de LF con estadios V de madurez sexual, eran muy altas lo que indicarían que los peces más viejos desovan primero que los peces de menor talla.

La variación del IGS para *P. tigrinum* que se observa en la figura 4a, muestra que los ovarios presentaron un desarrollo más rápido a partir del mes de mayo donde la especie acelera la maduración gonadal. El máximo valor del IGS se encontró para el mes de mayo, pero es probable que dicho valor se incremente aún más. Por tanto, se presume que el pico de desove de esta especie ocurre más tardíamente,

Cuadro 1. Clasificación empírica de los estadios de desarrollo gonadal de las hembras según los criterios de Vazzoler (1996).

Fases gonadales	Características
Estadio I (inmaduros)	Ovarios filiformes translúcidos, de tamaño muy reducido; ovocitos invisibles a simple vista.
Estadio II (madurando)	Característico de individuos en maduración; los ovocitos pueden ser observados con auxilio de un microscópico estereoscópico.
Estadio III (maduro)	Los ovarios se presentan túrgidos, ocupando casi totalmente la cavidad abdominal; los ovocitos se desprenden bajo ligera presión del abdomen.
Estadio IV (desovantes)	Los ovarios complemente flácidos de coloración amarilla, ocupando menos de 1/3 de la cavidad abdominal; pocos ovocitos en estadio de reabsorción.
Estadio V (desovados)	Los ovarios presentan tamaño reducido cerca de 1/3 de la cavidad celómica siendo mayores que de los estadios II, son translúcidos con baja vascularización; los ovocitos no pueden ser vistos a simple vista.

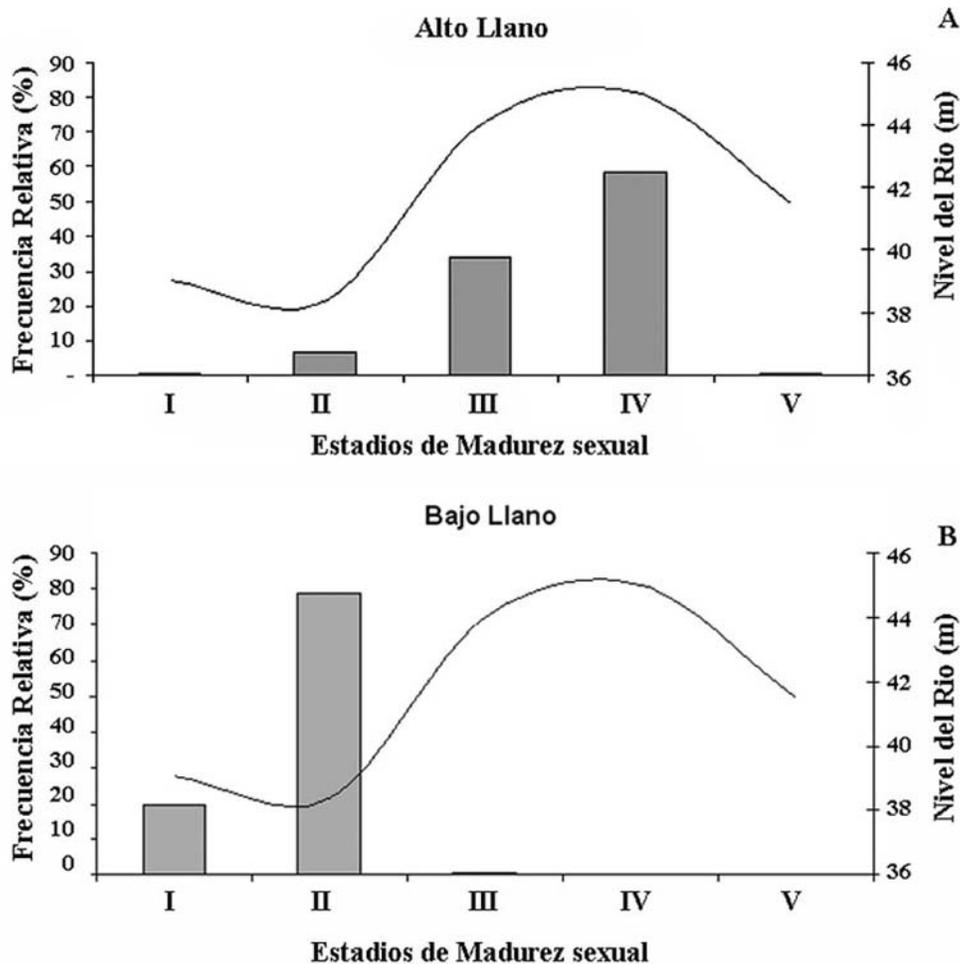


Figura 2. Frecuencia relativa de los estadios de maduración sexual de las hembras de *P. tigrinum* en el alto llano (A) y bajo llano (B) y, nivel del río.

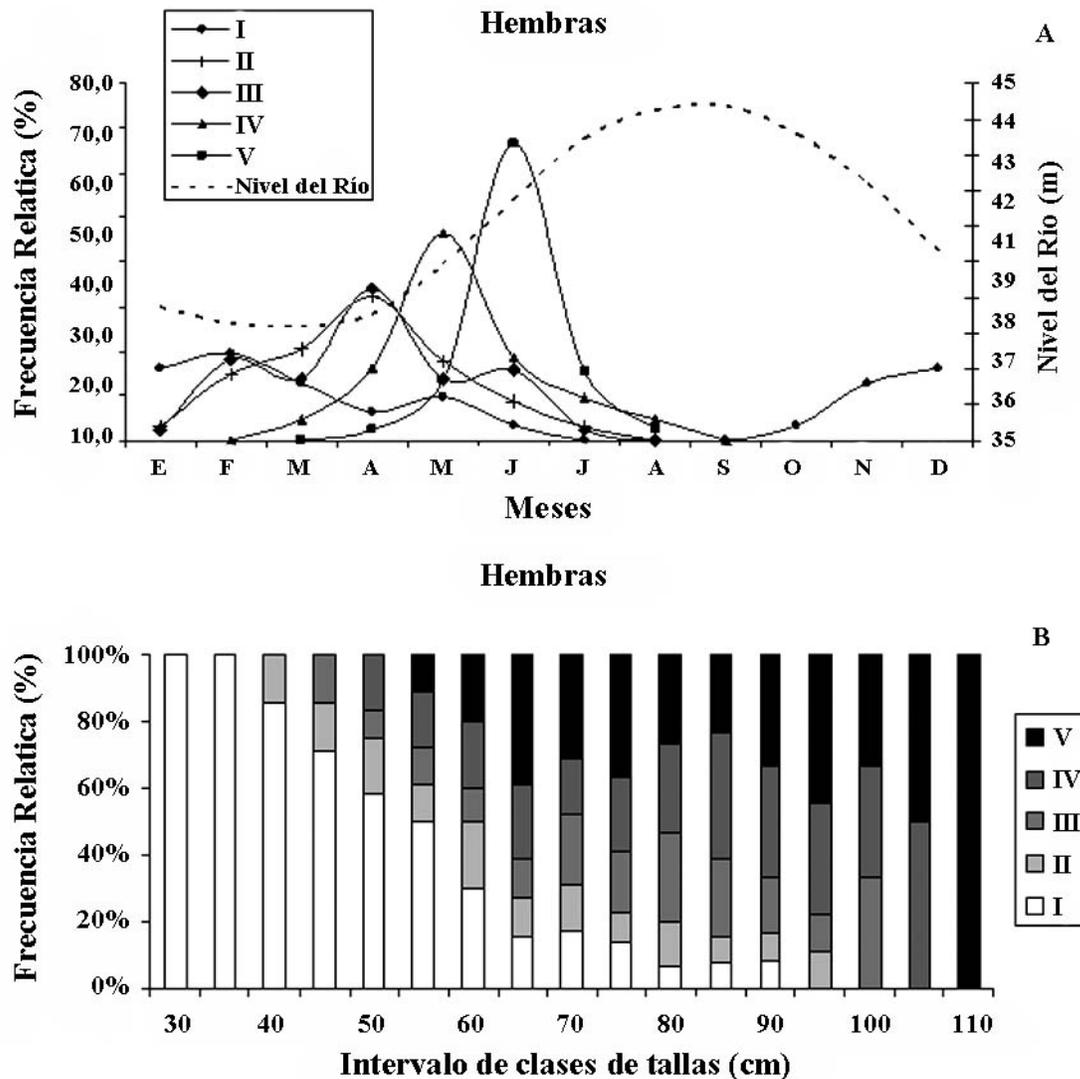


Figura 3. Frecuencia relativa de los estadios de maduración sexual de las hembras de *P. tigrinum* por mes (A) y por tallas (B) durante en el periodo 1996 a 2003.

abarcando el mes de junio, cuando el río esta próximo a alcanzar el máximo nivel (Figura 4a). Así mismo se notó que, esta especie se encuentra en pleno reposo reproductivo, durante los meses de julio a febrero, debido a las condiciones de inundación imperante y a la sequía extrema.

Por otro lado, se analizó la relación del IGS con la talla (Figura 4b); observándose que a partir de los 45 cm de LF, está especie comienza el desarrollo gonadal, aumentando su frecuencia en torno a los 60 y 70 cm de LF.

Los ovocitos de *P. tigrinum* presentaron un diámetro medio de 0,64 mm (0,47 a 0,79 mm). Esta especie, tiene una fecundidad alta, con desove total

durante la temporada de inundación, el cual ocurre en espacios abiertos, la variación de la fecundidad total para *P. tigrinum* fue de 3.420.556 a 782.268 ovocitos, y la variación de la fecundidad media por peso fue de 295 ± 122 ovocitos/g.

Proporción sexual

En *P. tigrinum* la relación de proporcionalidad para ambos sexos fue de 2:1 a favor de las hembras ($\chi^2_{0,05[1]}=3,84 < G_{obs}=26,39$). La segregación espacial de la proporción sexual, mostró que la hipótesis $H_0: 1H=1M$, fue rechazada para *P. tigrinum* en el alto llano ($\chi^2_{0,05[1]}=3,84 < G_{obs}=71,64$), siendo la relación de proporcionalidad de 1,10:0,90 a favor de las hembras. En el bajo llano, esta hipótesis también fue rechazada

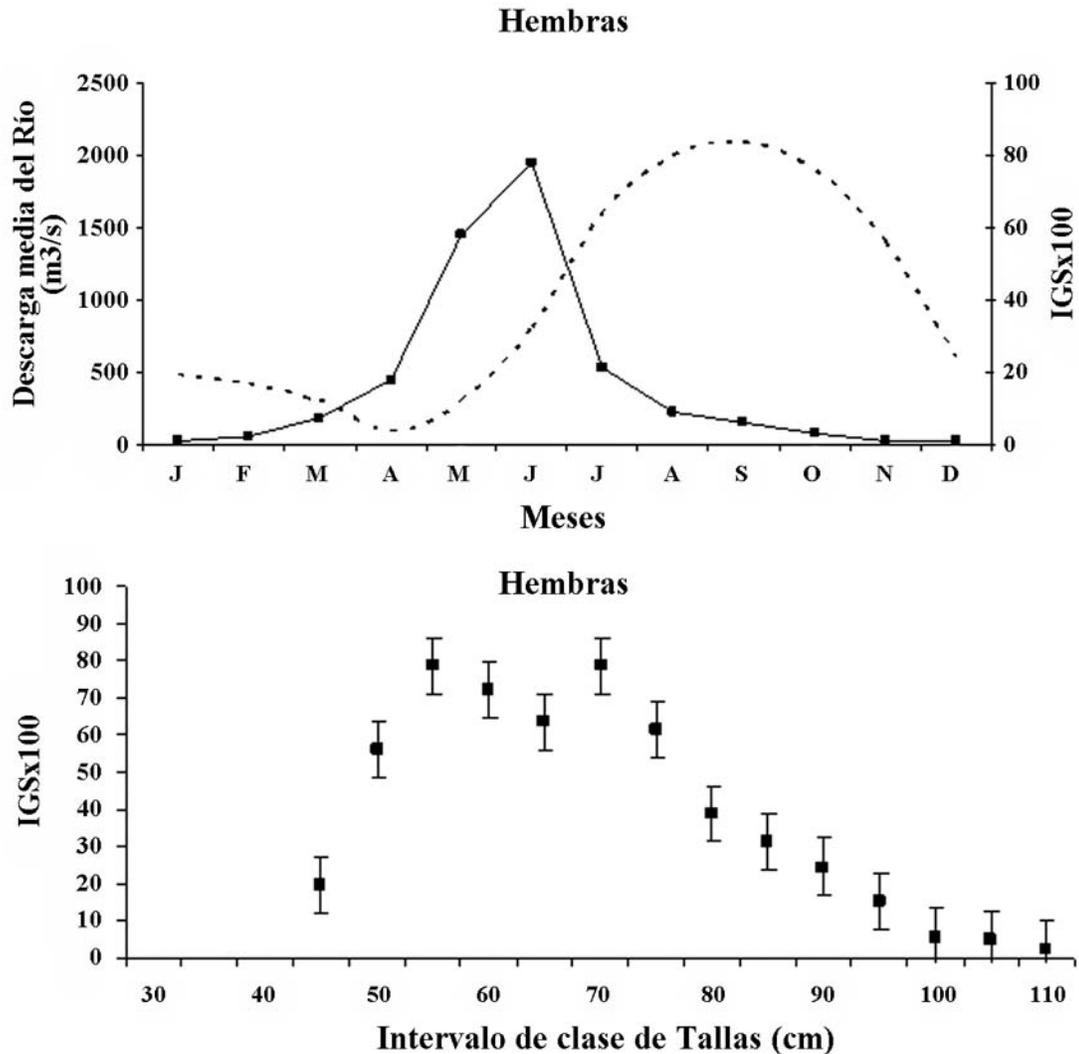


Figura 4. Variación del IGS para hembras de *P. tigrinum* por mes (A) y por tallas (B), en el periodo 1996 a 2003.

($\chi^2_{0,05[1]}=3,84 < G_{obs}=101,44$) siendo, en este caso, la relación de proporcionalidad, de 1,5:1 a favor de las hembras.

En cuanto a la distribución de tallas por sexo, se registró que las hembras tienden a alcanzar mayores tallas que los machos (Figura 5a), y se observa en éstas un aumento de las frecuencias de tallas a partir de los 70 cm de LF, mientras que los machos mostraron dos picos de máxima frecuencia bien definidas uno a los 50 cm de LF y otro a los 70 cm de LF (Figura 5b),

Talla media de madurez sexual (L_{50}) y talla de máximo rendimiento (L_{OPT})

En el alto llano para el periodo 1996-1998, se determinó una talla de captura de 40,0 cm de LF para

los machos y de 47,4 cm de LF para las hembras. Los valores de L_{50} fueron de 69,4 y 56,4 cm LF para hembras y machos respectivamente (Cuadro 2). Los valores de máximo rendimiento (L_{OPT}), mostraron un comportamiento parecido (72,20 y 56,5 cm LF para hembras y machos).

Para el periodo 1996-2003, fue evidente la disminución de los valores de L_{50} y L_{OPT} en las hembras, y para los machos se evidenció un aumento de ambos valores en comparación con el periodo anterior. Por lo demás, también se percibió un claro dimorfismo sexual en relación a las tallas, mostrando las hembras mayores tallas que los machos (Figuras 6 a, b)

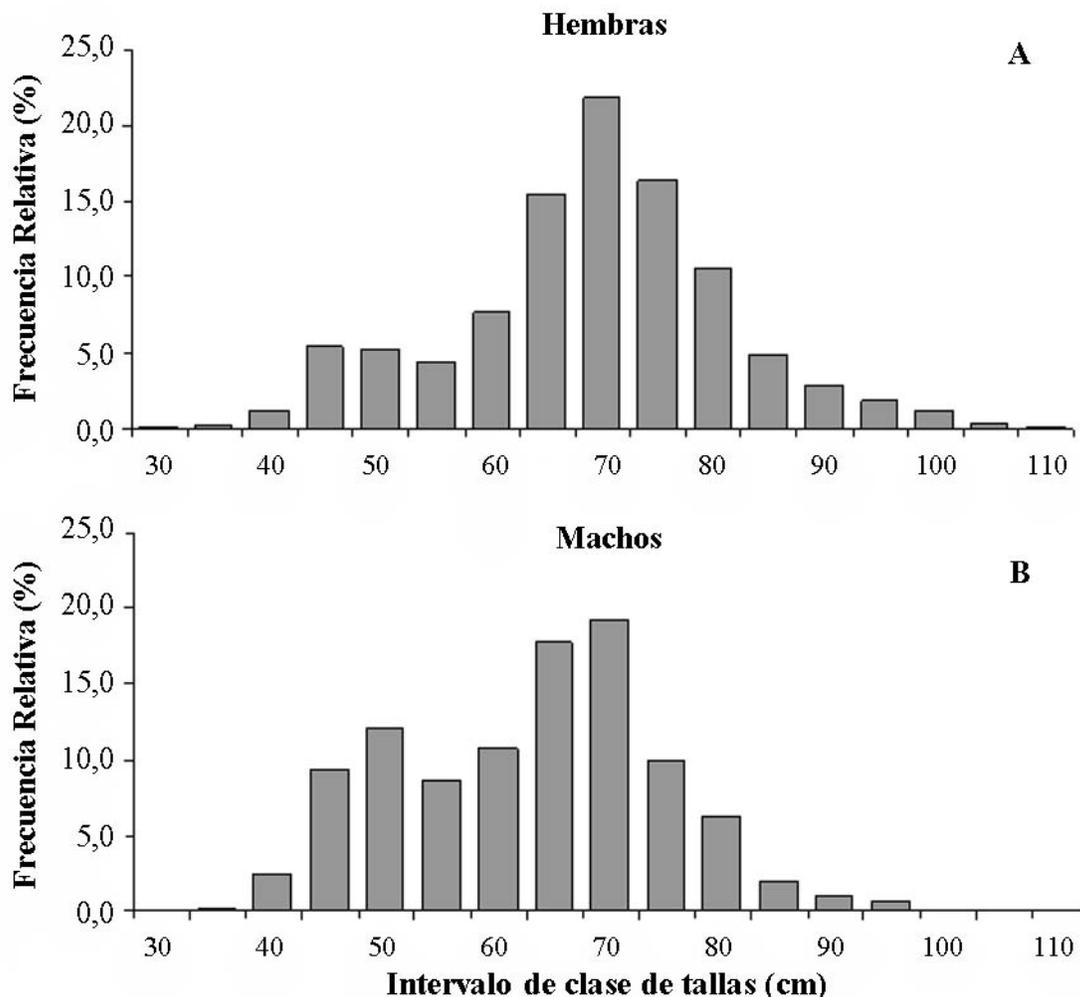


Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas de *P. tigrinum* para hembras (A) y para machos (B), en el periodo 1996 a 2003.

Cuadro 2. Resumen de los valores de Talla de primera captura (L_c), Talla media de primera maduración sexual (L_{50}), Talla de máximo rendimiento (L_{OPT}), Talla máxima observada (L_{MAX}) y Talla máxima asintótica (L_{∞}) de *P. tigrinum* para los periodos 1996 a 1998 y 2002 a 2003.

Parámetros	Bajo llano (1996-1998)		Alto Llano (2002-2003)	
	Hembra	Macho	Hembra	Macho
L_c	47,4	40,0	48,0	45,0
L_{50}	69,4	56,4	65,0	57,0
L_{opt}	72,2	56,5	67,2	61,3
$L_{m\acute{a}x}$	108,4	85,3	101,1	92,4
L_{∞}	110,5	87,6	103,2	95,1

Es importante señalar, que la mayoría de los peces de agua dulce de la Amazonia y de la Orinoquia, presentan estacionalidades en el proceso reproductivo (Lowe-McConnell, 1987). El desarrollo de las gónadas y posterior desove suceden en una época en que las condiciones ambientales son favorables al desarrollo de los huevos y larvas (Vazzoler, 1996). Para muchas especies de peces de agua dulce, el ciclo reproductivo está asociado con el pulso de inundación del río (Welcomme, 1992; Junk *et al.*, 1997). Esta sincronización de los eventos reproductivos de la mayoría de las especies de peces neotropicales ha sido documentada por varios autores (Saint-Paul, 1984; Junk, 1985; Fabré y Saint-Paul, 1998; Fabré *et al.*, 2000; Perez y Fabré, 2002).

Los resultados del ciclo reproductivo evaluado por la frecuencia de los diferentes estadios de madurez sexual, tanto para el alto y bajo llano, indican que *P. tigrinum* inicia su maduración sexual en el alto llano desde el final del periodo seco hasta el final del periodo de subida de aguas, y que el desove ocurre de mayo a junio.

Cabe destacar, que Castillo *et al.* (1988) encontraron un valor de fecundidad promedio para *P. tigrinum* (actualmente *P. tigrinum*) de 324.437 ovocitos, en la región del bajo llano, notablemente menor al observado en el presente trabajo. Por el contrario, Ajiaco y Ramírez (1995) reportaron que *P. tigrinum* (actualmente *P. tigrinum*) en el alto río Meta (Colombia), mostró un valor de fecundidad relativa de

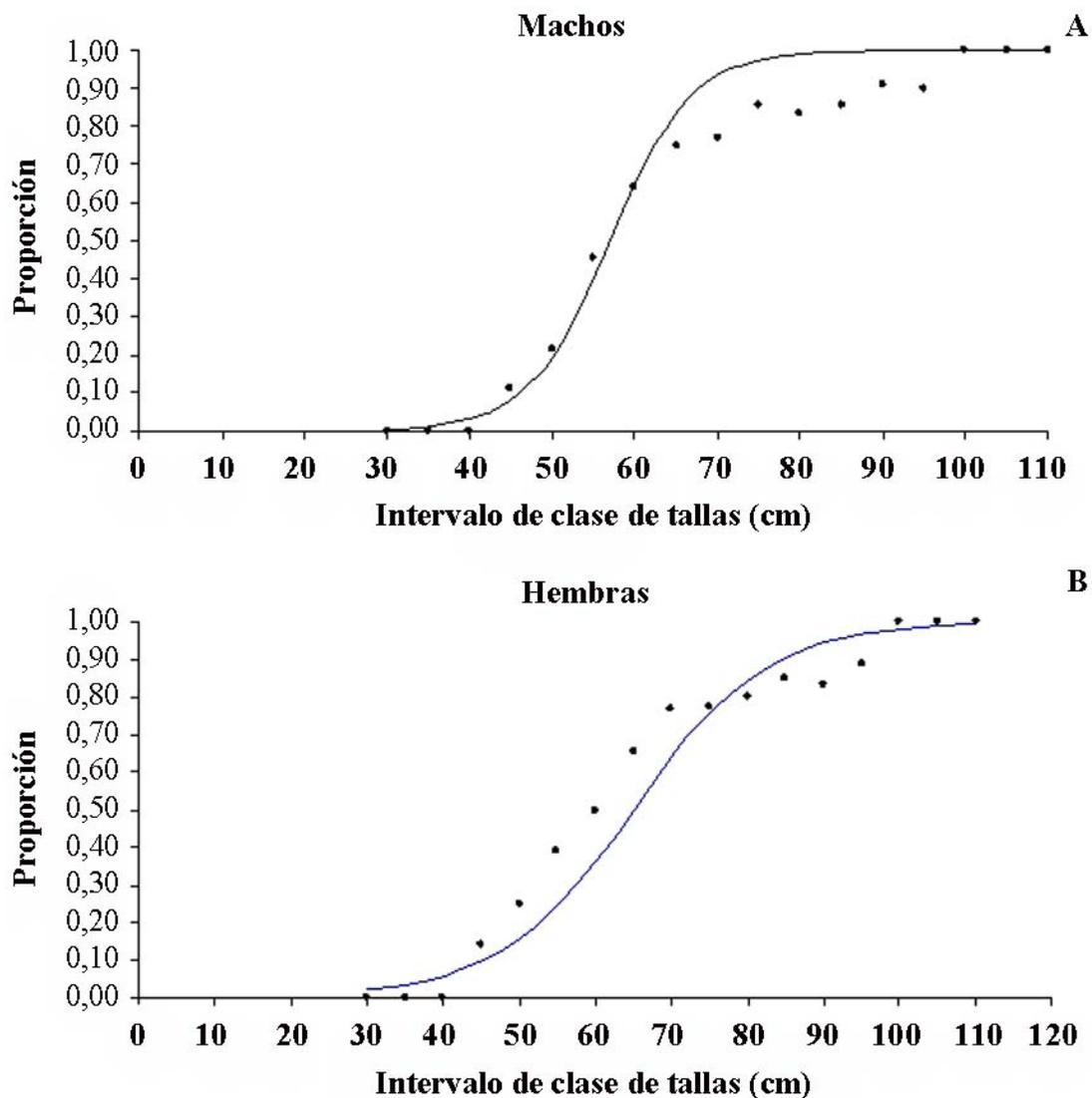


Figura 6. Talla media de maduración sexual (L50) para machos (A) y para hembras (B) de *P. tigrinum* para el periodo 1996 a 2003.

152 ovocitos/g, que también es inferior al encontrado en el presente trabajo.

Mientras que en este estudio, los ovocitos de *P. tigrinum* en el alto llano mostraron un diámetro medio de 0,64 mm. Castillo *et al.*, (1988), citaron un valor ligeramente menor de 0,59 mm en la región del bajo llano, que se ajusta al intervalo de tamaños observado en el presente trabajo para el alto llano.

El análisis de la proporción sexual en el bajo llano, mostró un predominio de las hembras. En esta área fueron encontradas hembras inmaduras y en reposo sexual, y la diferencia entre los sexos fue de aproximadamente cuatro centímetros. Del mismo modo, para el alto llano la proporción sexual fue más evidente a favor de las hembras.

Es importante señalar, que en los años 80, cuando la pesca en la cuenca del río Apure, no había alcanzado los volúmenes actuales, 15.000 toneladas anuales, (Anuario Estadístico Agropecuario, 1990), y la pesquería empieza a expandirse, un comité de expertos hace mención al posible impacto de la pesca sobre la ictiofauna (MARNR, 1991); de allí surge el dilema entre los efectos a largo y corto plazo de este fenómeno.

Es por ello, que es importante considerar la alteración de los ecosistemas acuáticos, además de la presión pesquera (Winemiller *et al.*, 1996), ya que pudiera estar afectando la biomasa del stock, especialmente si los factores extrínsecos (crecientes y cotas del río) y los intrínsecos (bajo éxito reproductivo) son combinados en un determinado año. De modo que teóricamente, *P. tigrinum* podría soportar una alta explotación, siempre y cuando, más del 50% de la población adulta consiga reproducirse, y los hábitats de reproducción del stock desovante en el alto llano sean preservados; aún así, si las tasas de captura son mantenidas o incrementadas, existe la probabilidad real de un colapso del recurso en el corto plazo.

CONCLUSION

A través del índice gonadosomático, se determinó que *P. tigrinum* se reproduce durante los meses de mayo y junio, previo al máximo llenado del cauce principal del río.

La presencia de ejemplares sexualmente maduros, en el pie de monte andino durante los mes de marzo y

abril indican que el desove es sincrónico con el pulso de inundación.

En el alto llano se observó una disminución de los valores de la talla media de madurez sexual, igual tendencia fue observada para los otros parámetros como: L_{opt} , L_{max} , L_c .

La relación de proporción sexual en *P. tigrinum* fue a favor de las hembras, tanto en el total como la segregación espacial.

La distribución de tallas por sexo, mostró que las hembras tienden a alcanzar mayores tallas que los machos, principalmente a partir de los 70 cm de LF.

P. tigrinum sólo podría soportar una alta explotación, siempre y cuando, más del 50% de la población adulta consiga reproducirse, y los hábitats de reproducción del stock desovante en el alto llano sean preservados, al menos en el corto plazo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del personal del Departamento de Pesquerías del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Además se recibió una subvención otorgada por Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) a través del proyecto de investigación S1-99000994: Dinámica poblacional del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Pisces, Pimelodidae) en el río Apure, Venezuela (primer autor). Así como también se contó con el apoyo logístico e institucional de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ).

LITERATURA CITADA

- Ajiaco, R. E. y H. Ramírez. 1995. El bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus) y *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes), aspectos biológico pesqueros en el alto río Meta. Boletín Científico INPA 3: 157-167.
- Bagenal, T. B. and F. W. Tesch. 1978. Age and growth. In: Methods for Assessment of fish production In Freshwater. Bagenal T. (ed.), 3th Edition, Blackwell Scientific Publications. IBP Handbook No 5. 365 p.
- Barbarino, A. D. Taphorn and K. O. Winemiller. 1999. Ecology of Coporo *Prochilodus mariae* (Characiformes: Prochilodontidae) and status

- of annual migrations in western Venezuela. *Environmental Biology of Fishes*. 53:33-46.
- Barthem, R. and M. Goulding. 1997. Os bagres balizadores. Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá.
- Bayley, P. B. 1973. Studies on the migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg, 1888 (Pisces, Characoidei) in the river Pilcomayo, South America. *Journal of Fish Biology*, 5:25-40.
- Breder, C. M. and D. E. Rosen. 1966. Modes de reproduction in fishes. American Museum of Natural History, New York. 941 p.
- Castillo, O., E. Valdez, N. Ortiz y M. Moscó. 1988. Aspectos sobre la historia natural de los bagres comerciales en el bajo llano. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Suplemento especial XLVIII: 235-281.
- Fabre, N. N. and U. Saint-Paul. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *Journal Fish. Biology* 53: 1-11.
- Fabre, N. N., J. C. Donato y J. C. Alonso. 2000. Bagres de la Amazonia Colombiana: Un Recurso sin Fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. 253 p.
- Fonteles-Filho, A. A. 1989. Recursos Pesqueiros Biologia e Dinâmica Populacional. Imprensa Oficial do Ceara Fortaleza. Ceará. 296 p.
- Froese, R. and C. Binohlan. 2003. Simple methods to obtain preliminary growth estimates for fishes. *Journal Applied Ichthyology*. 19(6):376-379.
- Gulland, J. A. 1983. Fish Stock Assessment: A manual of basic methods. John Wiley & Sons. N. Y. 223 p.
- Harden-Jones, F. R. 1970. Fish migration. Edward Arnold (Publishers) Ltda. London & Southampton. 325 p.
- Junk, W. J. 1985. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. *Amazoniana*, 9(3):315-351.
- Junk, W. J. 1997. General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: Junk WJ (ed.), *The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system*. Springer-Verlag. Ecological studies. 126:3-20.
- King, M. 1995. Fisheries biology assessment and management. Fishing News Books. London. 341 p.
- Lasso, C., D. Lewis, D. Taphorn, C. Do-Nascimento, O. Lasso-Alxcala, F. Provenzano, A. Machado-Allison. 2003. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte 1: Lista de especies y distribución por cuenca. Memorias Fundación La Salle de Ciencias Naturales 159-169:105-196.
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. London. 382 p.
- MARNR. Ministerio del Ambiente y de los Recursos naturales Renovables. 1991. Documento final del taller de trabajo Recuperación de la pesca en el río Apure. Caracas.101p.
- Novoa, D. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y Futuro. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Caracas. 148 p.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico de Pesca (234). 49 p.
- Pérez, A. y N. N. Fabrè. 2002. Aspectos Reproductivos de la piracatinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein, 1819 (Pisces: Pimelodidae) en la Amazonia Central, Brasil. *Boletín del Centro de Investigaciones Biologicas* 36(3):217-374.
- Poulsen, A. F., P. Ouch, V. Sintavong, S. Ubolratana and T.T. Nguyen. 2002. Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management. MRC Technical Paper No.8, Phnom Penh. 62 p.
- Saint-Paul, U. 1984. Investigations on the seasonal changes in the chemical composition of liver and condition from a neotropical Characoid

- fish *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae). Amazoniana, 9 (1):147-158.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. New York. W.H. Freeman & Co. Oxford. 595 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. FAO, Documento Técnico de Pesca 306/1. Roma. 418 p.
- Vazzoler, AEAM. 1996. Biología da reprodução de peixes teleosteos; teoria e pratica. Maringá, EDUEM; São Paulo SBI. 169 p.
- Welcomme, R. L. 1992. Pesca fluvial. FAO, Documento Técnico de Pesca N° 262, Roma. 303 p.
- Taphorn, D, R. Royero, A. Machado Allison y F. Mago. 1997. Lista actualizada de los peces de agua dulce de Venezuela. En: La Marca, E. (Editor) 1997. Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela, Vol. 1. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, Mérida, Venezuela. pp 55-100 .
- Winemiller, K., C. Marrero y D. Taphorn. 1996. Perturbaciones causadas por el hombre en las poblaciones de peces de los llanos y del piedemonte andino de Venezuela. Biollania. (12):13-37.

Proximate composition and flesh quality of red bellied pacu, *Piaractus brachypomus*, cultured in two different closed systems

Marinela Barrero^{1*}, Ana Paredes¹, Oneida Romero² y Germán A. Poleo²

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Apartado Postal 47097. Caracas. Venezuela. Correo electrónico: marinela.barrero@ciens.ucv.ve.

²Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Estación de Piscicultura, Apartado 400. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate chemical and sensory characteristics of red bellied pacu (*Piaractus brachypomus*) cultured in two types of intensive systems, Heterotrophic System (HS) with zero water exchange and Recirculating Aquaculture System (RAS), and compare them to those cultured in a semi intensive flow-through system (control). Red bellied pacu were cultured for 192 days in 6 concrete tanks at the rate of 150 fish per tank in 4.8 m³ of water (31.25 fish/m³). Protein content were significantly different (P<0.05) between treatments. Moisture differed significantly between fish from RAS and control. No changes were observed for lipid contents; however, lipids profile showed that EPA and DHA disappeared on HS, and were constant on RAS. Sensory evaluation did not present significant differences among treatments regarding odor, flavor, texture and color.

Key words: Zero exchange system, heterotrophic system, Biofloc, *Piaractus brachypomus*.

Composición proximal y calidad de carne del morocoto *Piaractus brachypomus*, cultivado en dos diferentes sistemas cerrados

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar química y sensorialmente las características de morocotos, *Piaractus brachypomus*, cultivados en dos sistemas de cultivo: intensivo sistema heterotrófico (HS) con cero intercambio de agua y un sistema de recirculación de agua (RAS); y compararlos con los cultivados en un medio intensivo de flujo de agua continuo (control). Los morocotos se cultivaron durante 192 días en 6 tanques de concreto a razón de 150 peces por tanque y en 4,8 m³ de agua (31,25 peces/m³). El contenido de proteína resultó ser significativamente diferente (P<0.05) entre los tratamientos. La humedad resultó ser diferente entre peces de RAS y control. No se observaron cambios en los lípidos; sólo, el perfil de lípidos mostró que el EPA y DHA desaparecen en HS, manteniéndose constante en RAS. La evaluación sensorial no presentó diferencias significativas entre los dos tipos de tratamientos respecto al olor, sabor, textura y color evidenciando que el cultivo intensivo de morocotos en sistemas de biofloc no tiene efectos negativos en la calidad de los peces.

Palabras clave: Sistemas cero recambio, sistemas heterotrofos, Biofloc, *Piaractus brachypomus*.

INTRODUCTION

The high installation and operation cost of closed systems makes them unattractive for investors in developing countries. In order to tackle this problem, researchers have been working on closed systems with zero water exchange rates which reduce the use of expensive biofiltration equipment and power. In some of these systems the production of high quantities of phytoplankton in the water column is encouraged in order to reduce nitrogen levels and produce oxygen (green systems). In other systems the combination of phytoplankton, heterotrophic and autotrophic bacteria suspended in the water column, photosynthetic suspended-growth systems or Biofloc, (Hargreaves, 2006; Avnimelech, 2009) is promoted with a high C/N ratio and strong aeration to reduce the levels of ammonia. Although, panaeid shrimp (MacNeil, 2000; Boyd and Clay, 2002), tilapia (Milstein *et al.*, 2001; Rakocy *et al.*, 2004), channel catfish, (Green, 2010) and hybrid striped bass (Milstein *et al.*, 2001) have been cultured in this kind of system, not all aquatic animals can be grown in high levels of suspended solids and relative high rates of ammonia, nitrogen and nitrites.

A fish that fits these characteristics is the South American fish, *Piaractus brachypomus*, known by its common name as red bellied pacu, morocoto in Venezuela and Colombia, and pirapitinga in Brasil, Bolivia and Peru. This fish, from the Characidae family, is found in rivers with high sediments (brown waters) in the Amazon and Orinoco river basin and represent an important source of income and protein (Izquierdo, 2000) for the riverside population.

At the moment, *P. brachypomus* has become one of the most cultured fish in the Amazon and Orinoco river basin region due to its easy adaptation to culture conditions, its omnivore characteristics, rapid growth and good flesh quality (Hernández 1994; Mesa and Botero 2007). This fish is usually cultured in a semi-intensive way in earthen ponds and to a lesser degree in floating cages (Gomes *et al.*, 2006). Previous findings indicate that *P. brachypomus* can be cultured at high densities in biofloc systems (Poleo *et al.*, 2011). However, the chemical and sensory characteristics of fish grown in such conditions have not been studied.

The objective of this work was to perform a proximal analysis and to analyze and compare flesh quality of *P. brachypomus*, grown in two different

closed systems in high densities against those grown in a semi-intensive manner in a flow through system.

MATERIALS AND METHODS

Nine hundred fingerlings of *P. brachypomus*, were randomly and evenly distributed in six 4.8 m³ concrete tanks (31.25 fish/m³) at the Aquaculture Research Station of the Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", situated in Yaritagua, Yaracuy State, Venezuela, located at 500 meters above sea level. Three tanks were set to having zero water exchange (heterotrophic system, HS) and the three were connected to a bioclarifier (green water recirculating aquaculture system, RAS).

All six tanks had strong aeration, using a 2 hp regeneration blower, which supplied oxygen and produced a flow of 26.6 cm/s that maintained the solids suspended. Tanks which served as control had a continuous supply of water (flow-through system) with a density at 2 fish/m³. Fish were fed once a day to apparent satiation for 192 days, with a commercial diet containing 28% crude protein (Puripargo 28, Purina Venezuela). At the termination of the production trial, five fish from each tank (15 per treatment) with an average weight of 555±102,3 g for HS, 524,13±59,7 g for RAS and 528±167 g for control, were sacrificed and stored at 5°C, until used for sensory and proximate analysis.

Chemical analyses

Proximate composition of samples from each treatment was determined in triplicate, according to AOAC procedures (AOAC, 2005).

Sensory evaluation

Fish samples were placed in polyethylene bags, randomly coded and cooked in a microwave oven for 5 min. Samples were served on trays to six experienced panelists familiar with *P. brachypomus*. Panelists scored the products for texture, color, odor, and taste based on a 9 point hedonic scale (1 extremely disliked and 9 extremely liked, with more than 5 being an acceptable product).

Fatty acid profile

The fatty acid profile of fish samples was determined according to Folch *et al.* (1957) methods. Total fatty acids were extracted from samples and

transesterified. The methyl ester derivatives were analyzed by gas chromatography with a Hewlett-Packard 5880-A (Avondale, PA, USA). The mobile phase was nitrogen, oven temperature was 200°C on isothermic conditions; detector and injector temperature was 250°C. Fatty acids' quantification was obtained utilizing heptanoic acid as standard (C₇H₁₄O₂) 1.5 µl/ml, before esterification (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA).

Statistical Analysis

Test data was examined via analysis of variance ANOVA using a SAS 9.1 program. Fisher's least significance differences (LSD) was used to compare data means at P< 0.05.

RESULTS AND DISCUSSION

This study was carried out in order to find out the composition and organoleptic characteristics of *P. brachypomus* reared in water with zero exchange rate and high content of suspended solids (HS) or in a biofloc (RAS) and those grown in a flow-through system (control). Although, culture of this South American fish in high densities in closed system, up to 13 kg/m³, has been tried (Poleo *et al.*, 2011), the flesh composition and sensory characteristics needed to be assessed in order to examine consumer quality standards. No significant differences (P<0.05) in moisture were observed between fish grown in the closed system (HS), however, this was not the case when fish samples from the controls were compared with samples from RAS (Table 1). There were no differences (P<0.05) in protein, lipids or ash between treatments and control fish, whereas fish in RAS had higher (P<0.05) moisture than the control fish (Table 1). HS fish was higher (P<0.05) in protein than RAS fish, but were similar (P<0.05) in other components.

Previous researchers have reported differences in the organoleptic traits between cultured and wild fish (Nettleton, 1992; Cahu, 2004; González 2006; Grigorakis, 2007), however little has been done to compare the quality of fish grown in different culture systems. Odor of fish samples showed no difference among individual tanks regardless of the system where the fish were reared (Table 2). Texture and color presented no significant differences between control and HS treatment or among individual tanks evaluated. It has been shown that organoleptic characteristics, quality of flesh, odor, texture and color of fish depend on the conditions where they were captured or cultivated (Pullela, 1979; Alasalvara *et al.*, 2002; Grigorakis, 2007). Control-reared fish were scored higher (P<0.05) on texture than RAS fish and on color than fish from both treatments.

However, all scores ranged between liked slightly and liked moderately. Valente *et al.*, (2011), studying sensory characteristics from distinct production systems (intensive, semi-intensive, integrated and extensive) in Southern Europe, reported that the sea bream external color, taste and odor as well as fatty acid content vary depending on the system where fish were cultivated. They also reported that the flesh from intensive systems seems firmer and denser, having smaller white fibers and higher density in the dorsal muscle. However, in this study, only slight differences were observed in organoleptic characteristics - among treatments.

No significant differences in fatty acid composition were observed between samples of fish from the control tanks and the two closed systems (Table 3). However, PUFA 20:3 n-6 and 22:2 n-6 were not found in samples from HS and the ratio n-3/n-6 was higher for samples from HS than those from control and RAS fish. Rahman *et al.*, (2000) reported that fresh

Table 1. Proximate composition (% ± SE) of red bellied pacu, *Piaractus brachypomus*, cultured in a heterotrophic (HS), recirculating (RAS) and a flow-through (control) aquaculture system.

Treatment	Moisture	Protein	Lipids	Ash
Control	76.02 ^a ± 0.47	18.32 ^{ab} ± 0.43	3.15 ^a ± 0.005	1.75 ^b ± 0.50
HS	76.47 ^{ab} ± 0.28	19.32 ^b ± 0.31	2.59 ^a ± 0.10	1.12 ^a ± 0.01
RAS	76.74 ^b ± 0.08	17.78 ^a ± 1.02	2.68 ^a ± 0.17	1.17 ^{ab} ± 0.01

Data presented are the means from 3 measurements. Numbers within the same column with same letter had not significant difference (P<0.05).

Table 2. Sensory evaluation scores of red bellied pacu, (*Piaractus brachypomus*) muscle cultured in a heterotrophic (HS), a recirculating (RAS) and a flow-through (control) aquaculture system.

Treatment	Texture	Odor	Flavor	Color
Control	6.87 ^b	6.13 ^a	6.39 ^a	7.00 ^c
HS	6.64 ^{ab}	6.07 ^a	6.25 ^a	6.01 ^b
RAS	6.59 ^a	5.91 ^a	6.09 ^a	5.96 ^{ab}

Data presented are the means from 7 measurements (judges). Numbers within the same column with the same letter had not significant difference ($P < 0.05$). Panelists scored based on a 9 point hedonic scale (1 extremely disliked to 9 extremely liked).

water fish were made up of monounsaturated fatty acids (17–53%), followed by saturated (15–43%) and polyunsaturated (12–25%) fatty acids. The total *n-6* fatty acids (2.43–26.2%) were found to be higher than the *n-3* (1–11%), regardless of treatment.

Most of these fish had *n-3/n-6* ratio of less than 1 except for *Siamese sepat* (3.38), *Black siakap* (2.20) and *Tilapia* (1.26). Valente *et al.*, (2011) studied the quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe (Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems) and found that lipid content of fish from extensive systems was significantly lower than values observed for fish reared intensively. However, in this study it was found that samples from the less intensive systems showed the best *n 20:3/n-6* ratio.

It is well known that the fatty acid composition of fish depends on different factors such as species, age, freshwater or marine origin, diet, farmed or wild (González *et al.*, 2006) and probably on the type of culture systems in which they are raised. Palmeriet al. (2008) stated that the concentration of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA) and highly unsaturated (HUFA) fatty acids were not significantly affected by purging time, while polyunsaturated fatty acids (PUFA), *n - 3* and *n - 3* HUFA were significantly higher in purged fish compared to unpurged fish.

Although the culture of fish in zero exchange systems is increasing and extensive research has been carried out in different areas, the effect of biofloc on the proximate composition and flesh quality has not yet been studied. Only slight differences were found on the fatty acid composition among fish grown in the two intensive systems and in the flow-through

system, indicating that the quality of the fish was not affected by any of the culture conditions used in this work.

CONCLUSIONS

This work demonstrated for the first time that red bellied pacu can be cultured in a Biofloc System without losing its flesh quality.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by a grant from the CDCHT (Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”) No. 002-AG-2005.

REFERENCES

- Alasalvara, C., K. D. A Taylor, E. Zubcovb, F. Shahidic, and M. Alexisd. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chem.* 79:145–150.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists. XIV edition, Washington D.C.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology – A practical Guide Book*. The world Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Boyd, C. E. and J. W. Clay. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd.: A superintensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and

Table 3. Fatty acid composition (%) from muscle of red bellied pacu, (*Piaractus brachypomus*) cultured in two different closed systems, heterotrophic (HS) and recirculating aquaculture system (RAS) and a flow through system (control).

Fatty Acids	Control	HS	RAS
Saturated (SFA)			
11:0	0.078	0.138	0.178
14:0	2.725	3.364	3.109
15:0	0.173	0.200	0.202
16:0	21.535	22.557	21.787
17:0	0.214	0.217	0.273
18:0	9.212	9.415	8.941
21:0	0.216	0.179	0.220
22:0	0.399	0.429	0.447
23:0	1.615	0.931	0.944
24:0	0.123	0.144	0.174
Monounsaturated (MUFA)			
14:1	0.1~2	0.209	0.197
16:1 n-7	5.179	5.043	5.131
17:1	0.097	0.083	0.088
18:1 n 9 (trans)	0.219	0.227	0.205
18:1 n-9 (cis)	26.083	25.537	26.685
22:1	0.581	0.694	0.677
24:1	0.129	0.413	0.140
Polyunsaturated (PUFA)			
18:2 n-6 (trans)	0.296	0.356	0.320
18: 2 n-6 (cis)	11.974	12.794	12.765
18:3 n-6	0.081	0.123	0.105
18:3 n-3	0.945	0.957	0.973
20:1 n-6	0.653	0.594	0.762
20:2 n-6	0.299	0.328	0.298
20:3 n-6	0.043	0	0.036
20:3 n-3	0.041	0	0.049
20:4 n-6	0	0	0.446
22: 2 n-6	3.067	0	0.541
20:5 n-3	3.109	3.177	2.832
22:6 n-3	4.400	5.766	4.445
Unknowns	6.305	6.06	6.968
n-3/n-6	0.52	0.70	0.32

- the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium.
- Cahu, C., P. Salen and M. de Lorgeril. 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 14: 34-41
- Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane-Stanely, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-507.
- Gomes, L. C., E. Campos, H. Martins-Junior, R. Roubach, E. A. Akifumi and J. N. P. Lourenço. 2006. Cage culture of tambaqui (*Colossomacropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*. 253: 374-384.
- González, S., G. J. Flick, S. F. O'Keefe, S. E. Duncan and C. S. R. McLean, 2006. Composition of farmed and wild yellow perch (*Percaflavescens*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 720-72.
- Green, B. W. 2010. Effect of channel catfish stocking rate on yield and water quality in an intensive, mixed suspended-growth production system. *North American Journal of Aquaculture*. 72: 97-106.
- Grigorakis, K. 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparusaurata*) and sea bass (*Dicentrarchuslabrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture* 272: 55-75
- Hargreaves J. A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacult Eng.*, 34: 344-363.
- Hernández, A. 1994. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. In: *Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura y V Seminario Nacional de Acuicultura, Acuicultura y Desarrollo Sostenible*. Santafé de Bogotá. Colombia: 9-23.
- Izquierdo, P., G. Torres, Y. Barboza, E. Maquez y M. Allara. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela grasos, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 50: 187-194.
- McNeil, R. 2000. Zero exchange, aerobic, heterotrophic systems: key considerations. *Global Aquacult Advoc.*, 3(3):72-76.
- Milstein, A., Y. Anvimelech, M. Zoran and D. Joseph. 2001. Growth performance of hybrid bass and hybrid tilapia in conventional and active suspension intensive ponds. *Israel Journal of Aquaculture*. 53: 147-157.
- Nettleton, J. A. and J. Exler. 1992. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *Journal of Food Sciences*. 57: 257-260.
- Poleo, G. A., J. V. Aranbarrio, L. Mendoza y O. Romero. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades en dos sistemas cerrados. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 46:429-437.
- Pullela, S. 1979. Aquaculture of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and comparison of its quality: microbiological, sensory and proximate composition. M.Sc. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. USA.
- Rahnan S. A., T. S. Huah, O. Hassan, y N. M. Daud. 1995. Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chem.*, 54: 45-49.
- Rakocy, J. E., D. S. Bailey, E. S. Thoman and R. C. Shultz. 2004. Intensive Tank Culture of Tilapia with a Suspended, Bacterial-Based, Treatment Process: new dimension in farmed Tilapia. In Bolivar, R., Mair, G., Fitzsimmons, K. Eds. *Proceeding of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*: 584-596.
- Valente, L. M. P., J. C. Cornet, C. Donnay-Moreno, J. P. Gouygou, J. P. Bergé, M. Bacelar, C. Escorcio, E. Rocha, F. Malhão and M. Cardinal. 2011. Quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe: Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems. *Food Control*: 708-717.

La apicultura como estrategia de gestión ambiental en la cuenca del embalse Guaremal, municipio Peña, estado Yaracuy, Venezuela

¹*Carlos Barrios, ²Yoel Morales, ³Noelia Cugnata, ^{3,4}Fiorella De Piano, ^{3,4}Sandra Fuselli, ³Matías Maggi, ⁵Hugo M. Melo y ¹Judith Principal

¹Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Decanato de Ciencias Veterinarias. Estación de Apicultura, municipio Palavecino, estado Lara, Venezuela. Correo electrónico: cbarrios@gmail.com.

²Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora”. Guanare, estado Portuguesa, Venezuela.

³Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Funes 3350. Mar del Plata. Argentina.

⁴Comisión de Investigaciones Científicas (CIC). Calle 526 e/10 y 11. La Plata. Argentina.

⁵Agencia de Extensión Balcarce. INTA, Argentina.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue proponer estrategias de gestión ambiental para la recuperación de la cuenca del embalse Guaremal mediante el desarrollo de sistemas apícolas. Se realizó un relevamiento florístico alrededor de la cuenca tomando en consideración las especies visitadas por las abejas. Se determinaron las especies melíferas más abundantes de la zona en un área mínima de 0,10 ha definida en 7 transectos de 4m de ancho x 50m de largo, distribuidos a lo largo de toda la cuenca. La superficie fue dividida en tres zonas: baja (transectos 1 y 2), media (transectos 3, 4 y 5) y alta (transectos 6 y 7). Se estableció la densidad absoluta y relativa de cada especie vegetal dentro de cada transecto y entre todos los transectos. Se determinó la composición de la flora en la cuenca del embalse Guaremal, constituida por 77 especies de interés apícola, representadas en 40 familias, siendo las más predominantes: *Compositae*, *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae* y *Urticaceae*. La aparición de una especie apibotánica colonizadora, *Wedelia caracasana*, reveló un fuerte impacto antrópico negativo. Se proponen varias acciones correctivas, entre ellas el desarrollo de la Apicultura como estrategia de gestión ambiental para la recuperación de la cuenca del embalse Guaremal.

Palabras clave: Apicultura, Gestión ambiental, embalse Guaremal.

Beekeeping as a strategy for environmental management in the basin Guaremal reservoir, municipality Peña, Yaracuy, Venezuela

ABSTRACT

The aim of this study was to propose different environmental management strategies for the recovery of the Guaremal Reservoir basin area, by developing beekeeping systems. A floristic screening was done around the Guaremal basin area taking into account the species visited by the bees. In order to determine the most abundant honey species of the region, a minimal area of 0.10 ha was established, defined by seven transects of 4m width by 50m long, laid out along the basin. The surface was also divided in three different zones: low (transects 1 and 2), medium (transects 3, 4 and 5) and high (transects 6 and 7). Absolute and relative plant species density was determined within each transect and among all of the transects. Floral composition in the Guaremal Reservoir basin area was registered and it consists of 77 species of beekeeping interest, represented by 40 different families, being the predominant ones *Compositae*, *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae* and *Urticaceae*. The appearance of a certain apibotanic plant species *Wedelia caracasana* revealed a strongly negative anthropic effect. Several corrective actions were proposed, such as beekeeping activities as possible environmental control strategies, for the recovery of the Guaremal reservoir basin area.

Key words: Beekeeping, Environmental management, Guaremal reservoir.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad agrícola que contribuye a la protección del ambiente y a la producción agroforestal mediante la acción polinizadora de las abejas (Pérez, 2007). El desarrollo de la apicultura puede utilizarse como una herramienta de trabajo fundamental para generar estrategias de gestión ambiental que permitan proteger la biodiversidad de una región en particular. Las abejas realizan un trabajo de vital importancia para la conservación de las diferentes especies vegetales, ya que existe un proceso de coevolución e interdependencia necesario para la existencia de ambas (Peña, 2003). Las primeras, al forrajear sobre diferentes flores en busca de néctar y polen para su alimentación, favorecen a las segundas, transportando los granos de polen de una planta a otra. De esta manera, se materializa la polinización y fecundación en plantas alógamas que requieren de la polinización cruzada para el desarrollo de los frutos y semillas que perpetuarán las especies (Camacho, 2001; McGregor, 1976).

El embalse Guaremal, cuyo afluente es el río Guaremal, se encuentra ubicado a 4 km. al norte de la ciudad de Yaritagua, municipio Peña del estado Yaracuy (Venezuela). Inicialmente, el propósito del embalse fue el control de sedimentos aportados por la quebrada Guaremal y sus afluentes, los cuales antes de la construcción de la presa se depositaban en las inmediaciones de la ciudad de Yaritagua, donde el cauce tiene una menor pendiente, ocasionando desbordamientos e inundaciones frecuentes (Covenpre, 2009). Asimismo, el embalse tenía como objetivo, controlar las crecientes y abastecer de agua potable la ciudad de Yaritagua. No obstante, quince años antes de lo previsto, este embalse se sedimentó totalmente debido a un proceso de degradación ambiental acelerado principalmente, por la intervención antrópica no controlada, tales como: la tala, la quema como producto de la agricultura trashumante, las malas prácticas agrícolas, la extracción de arena y las falencias en la regulación de los recursos naturales (Mujica, 2008).

La cuenca del embalse Guaremal se caracterizó por su densa vegetación, ricos afluentes y abundante biodiversidad. Pero, en las últimas décadas ha ocurrido un deterioro progresivo de su cobertura vegetal, debido a la erosión paulatina que han sufrido

los suelos como consecuencia de las prácticas agrícolas inadecuadas, las cuales han incrementado la deforestación en la zona. Sumado a ello, la agricultura migratoria causada principalmente por la pobreza, la alta tasa de crecimiento demográfico, así como la falta de definición en la propiedad de las tierras, ha provocado un fuerte impacto por la emisión de gases termo-activos, la degradación de los suelos y colmatación, tanto de los cursos como de las fuentes de agua natural. Esta situación de deterioro en la cuenca se refleja en los parámetros de la producción apícola de la zona, donde el promedio de producción de miel en la década de 1980 alcanzaba los 80 kg/col/año, descendiendo en los últimos cinco años a 10 kg/col/año (Registros de Producción. Estación de Apicultura, DCV, UCLA. 2009).

Una de las formas de equilibrar y reparar los daños en los ecosistemas naturales, causados por la intervención del hombre, es impulsando los sistemas de producción apícola, ya que su desarrollo, podría contribuir a la protección y al crecimiento de la cobertura vegetal gracias al efecto polinizador de las abejas; al mismo tiempo que se fomenta una práctica económicamente redituable (Bradbear, 2005). La explotación racional de los sistemas de producción apícola permite el fortalecimiento y conservación de las especies vegetales necesarias para mantener los afluentes, incrementando la fauna silvestre y preservando la biodiversidad de las cuencas.

El objetivo de este estudio fue establecer estrategias de gestión ambiental utilizando como herramienta fundamental el manejo racional de los sistemas de explotación apícola, a fin de contribuir en el corto y mediano plazo a recuperar la funcionalidad de la cuenca del embalse Guaremal, municipio Peña del estado Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El embalse Guaremal se encuentra ubicado en el municipio Peña, cuya capital es Yaritagua, la cual se localiza en el Oeste de estado Yaracuy y limita por el Norte, Sur y Oeste con el estado Lara y por el Este con los municipios Páez y Urachiche. El municipio cuenta con una superficie de 671 Km² y se encuentra entre los 10° 04' 00" de Latitud Norte y los 69° 07' 00" de Longitud Oeste. La zona de vida fue descrita como bosque tropical semidecídulo con un relieve accidentado y colinoso que presenta

cambios altitudinales apreciables (FUDECO, 2004). La cuenca del embalse Guaremal se ubica entre los 500 y 700 m.s.n.m. y posee una extensión de 40,7 km², su población está constituida por 616 habitantes, agrupados en 88 hogares, existen 2 escuelas (Escuela Centrada Guaremal y Escuela Unitaria del Playón), 3 Consejos Comunales, 1 ambulatorio médico, 2 mercaletos comunales, 2 bodegas, 10 cooperativas para diferentes actividades agrícolas, poseen servicio eléctrico de baja calidad, la vía de comunicación está constituida en su gran mayoría por el lecho del río, por lo que en la época de lluvia es de difícil acceso, existen 2 vehículos públicos municipales que sirven de rutas de transporte colectivo.

Dicha cuenca está dividida imperfectamente por 8 sectores: Los Ajíes, Las Mariquitas, El Cerro, El Playón, Guaremalito, La Cochinerá, Camasal y El Silencio (FUDECO, 2004). En la cuenca existen 14 apicultores con tradición, los cuales han desarrollado la actividad por más de 20 años; a pesar de ser poco tecnificada, para finales de los años 1980, poseían 2.250 colmenas y obtenían muy buenos rendimientos, reportando producciones de más de 80 Kg de miel/col/año. En la actualidad existen en toda la cuenca 925 colmenas distribuidas en 17 apiarios y para

el momento del estudio (años 2007 y 2008), 656 colmenas en producción generaron en promedio de 10 Kg de miel/col/año.

A fin de realizar este estudio se efectuó un relevamiento florístico de las especies apibotánicas existentes en la zona de la cuenca del embalse Guaremal. Se elaboró un listado de las especies melíferas colectando aquellas plantas en las cuales se observó la presencia de las abejas pecoreando. Las observaciones y colectas se realizaron, durante los meses de mayor floración y producción de miel (noviembre, diciembre y enero) entre las 9.00 y 14.00 horas. Las muestras recolectadas fueron rotuladas y colocadas en bolsas plásticas para posteriormente ser procesadas, prensadas y secadas en una estufa a 40-45°C por 48h.

Luego, se procedió a su identificación en el herbario de la UCLA. Para determinar las especies melíferas más abundantes en la zona, se utilizó la metodología de Gentry (1982), donde se establece un área mínima de 0.10 ha para el estudio de la diversidad de especies vegetales en ecosistemas tropicales. El área fue dividida en 7 transectos de 4m de ancho x 50m de largo (200m²), distribuidos a lo largo de

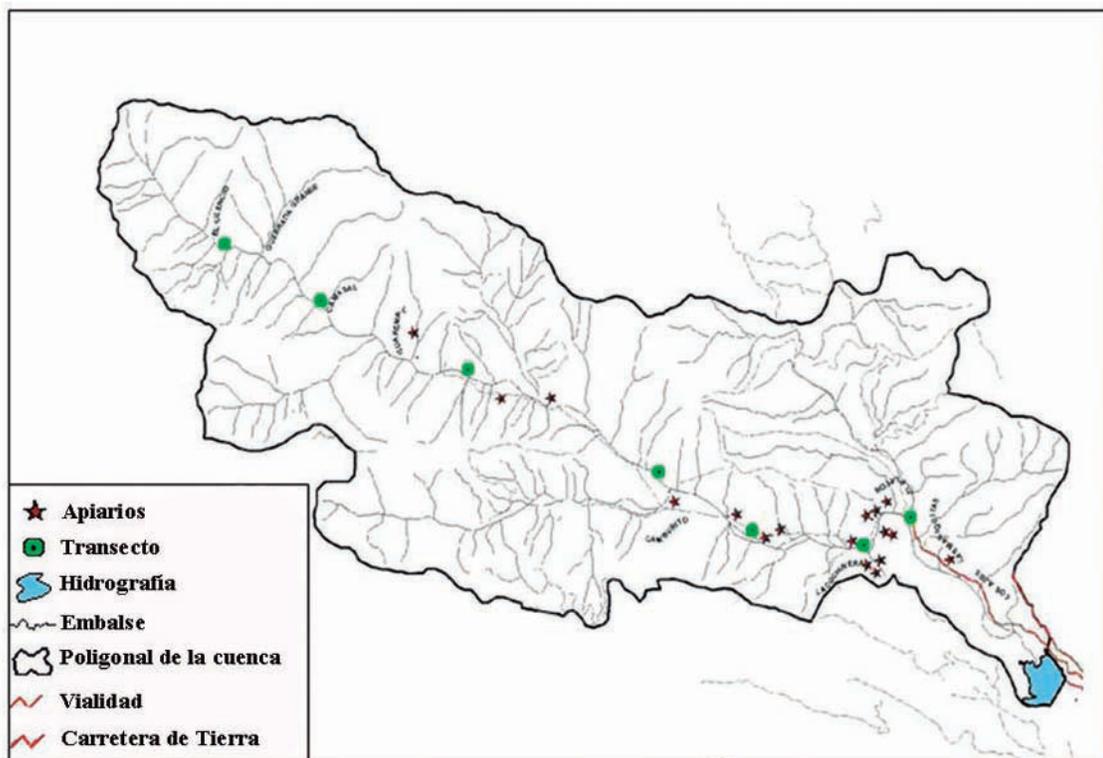


Figura 1. Distribución de los apiarios y transectos en la cuenca del embalse Guaremal, estado Yaracuy, Venezuela.

toda la cuenca (Figura. 1). Se registró el número de individuos de cada especie apibotánica a fin de determinar la densidad absoluta y relativa (López *et al.* 2001) de cada una de ellas, dentro de cada transecto y entre todos los transectos. Para el análisis de los resultados del estudio de la flora apibotánica a través de los transectos se dividió la cuenca en tres zonas; baja (transectos 1 y 2), media (transectos 3, 4 y 5) y alta (transectos 6 y 7) y se discutió grupalmente los resultados obtenidos.

A partir de los datos obtenidos se calcularon los siguientes parámetros de vegetación: Densidad absoluta: número de individuos de una especie en una muestra por unidad de área (López *et al.* 2001), se determina según la ecuación:

$$d = N/A$$

donde:

d: densidad absoluta

N: número de individuos de una especie

A: área de muestreo

Densidad relativa: densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área (López *et al.* 2001) se determina:

$$d_1 = N_1 \times 100 / N_t$$

donde:

d_1 : es la densidad relativa de la especie 1,

N_1 : es el número de individuos de la especie 1 y

N_t : el número total de individuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies apibotánicas más predominantes encontradas en la zona baja de la cuenca fueron *Croton sp.*, *Oyedeo verbesinoides* y *Cecropia peltata*, las cuales representaron un 50,85% en el transecto 1 (Figura 2). En el transecto 2 las especies más frecuentes fueron: *Annona cherimolia*, *Pterocarpus officinalis* y *Acacia paniculata*, que representan el 95% de las familias observadas (Figura 4). La densidad absoluta de la flora botánica encontrada en la zona baja del embalse (Figuras 3 y 5) fue directamente proporcional a la densidad relativa del total de especies (Figura 2 y 4).

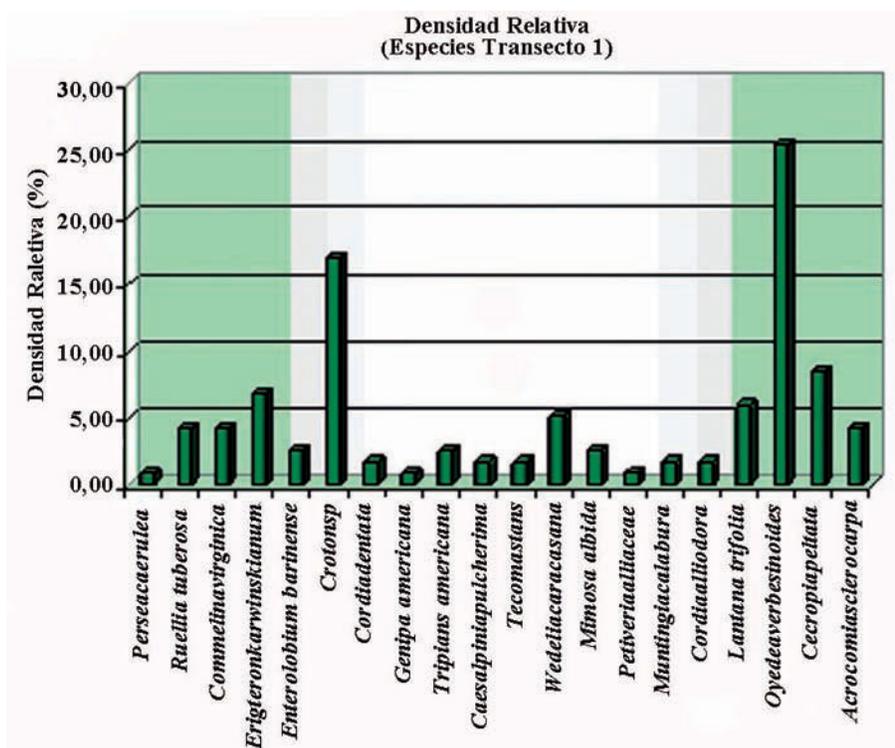


Figura 2. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona baja de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 1.

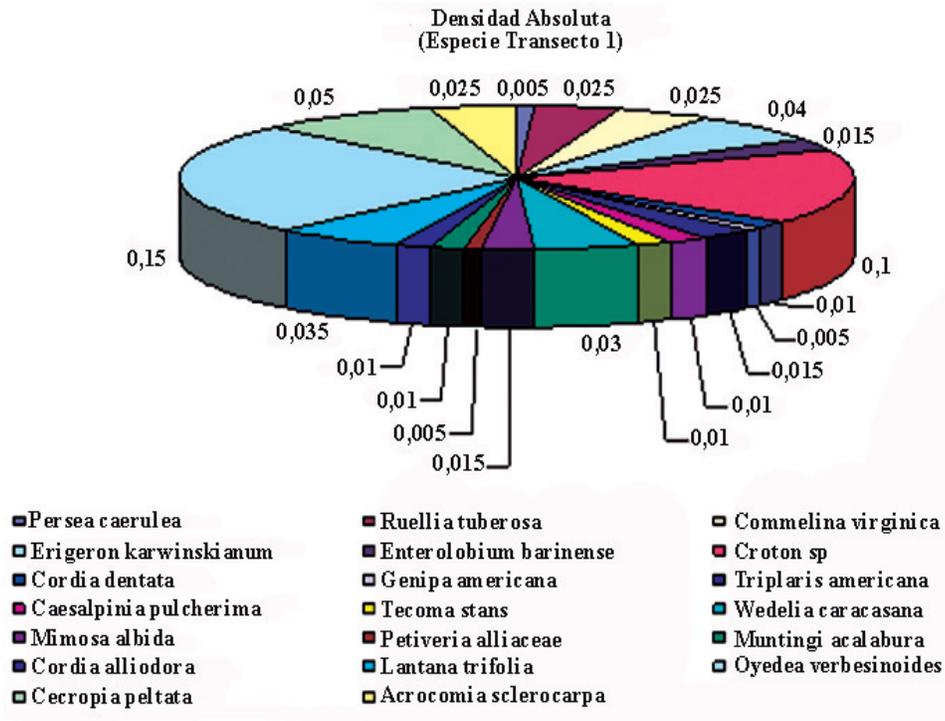


Figura 3. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicada en la zona baja de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 1.

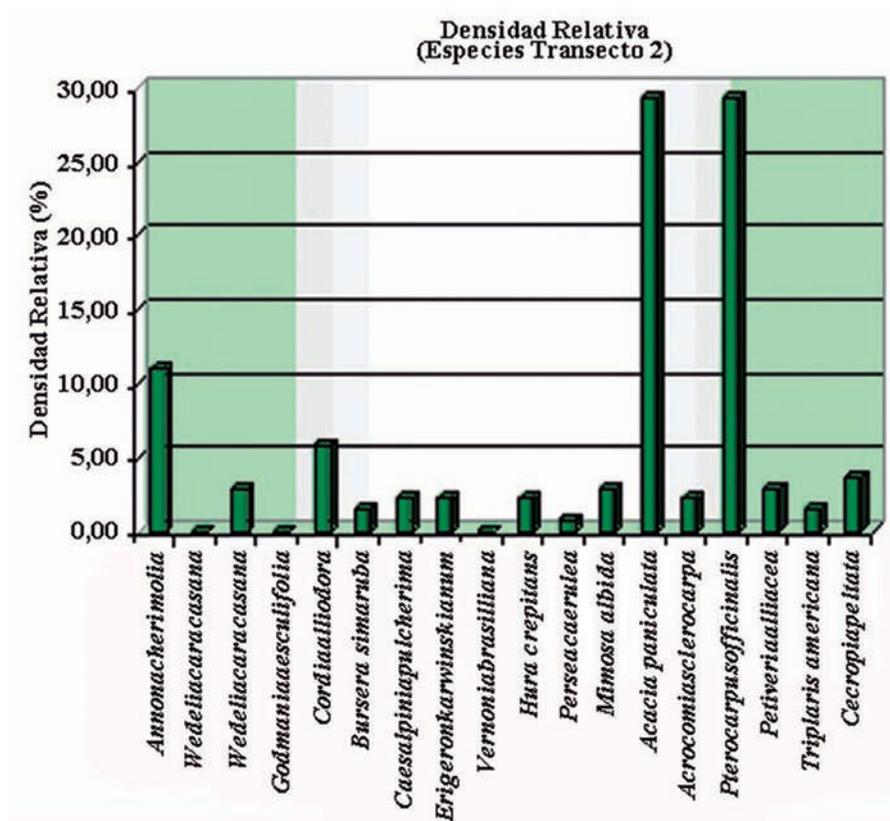


Figura 4. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona baja de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 2.

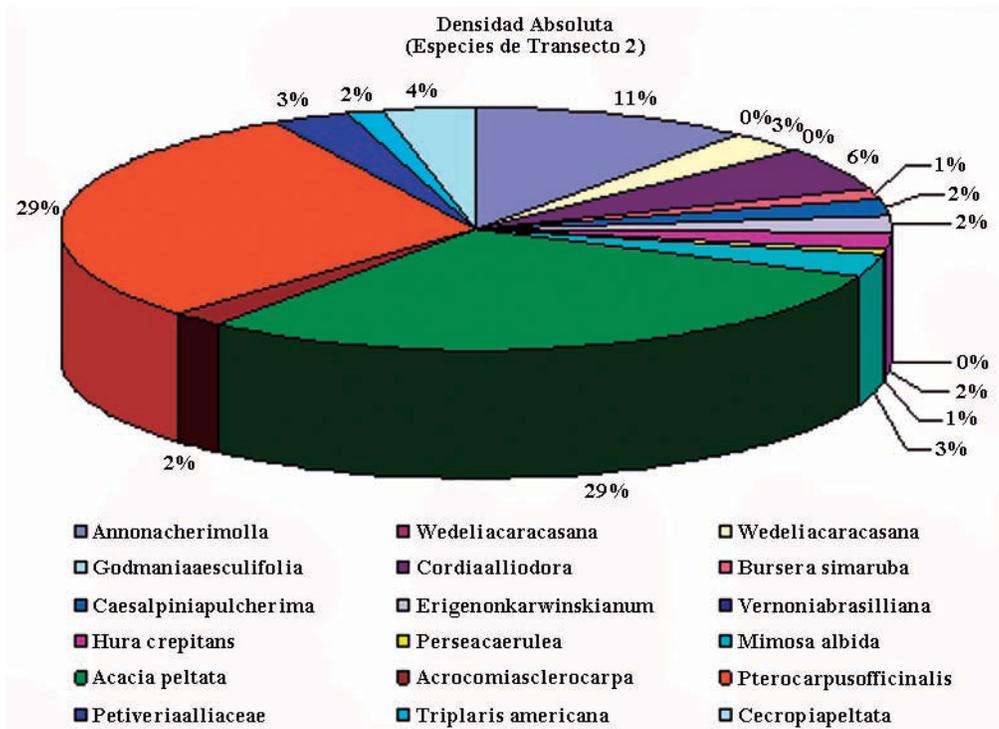


Figura 5. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicadas en la zona baja de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 2.

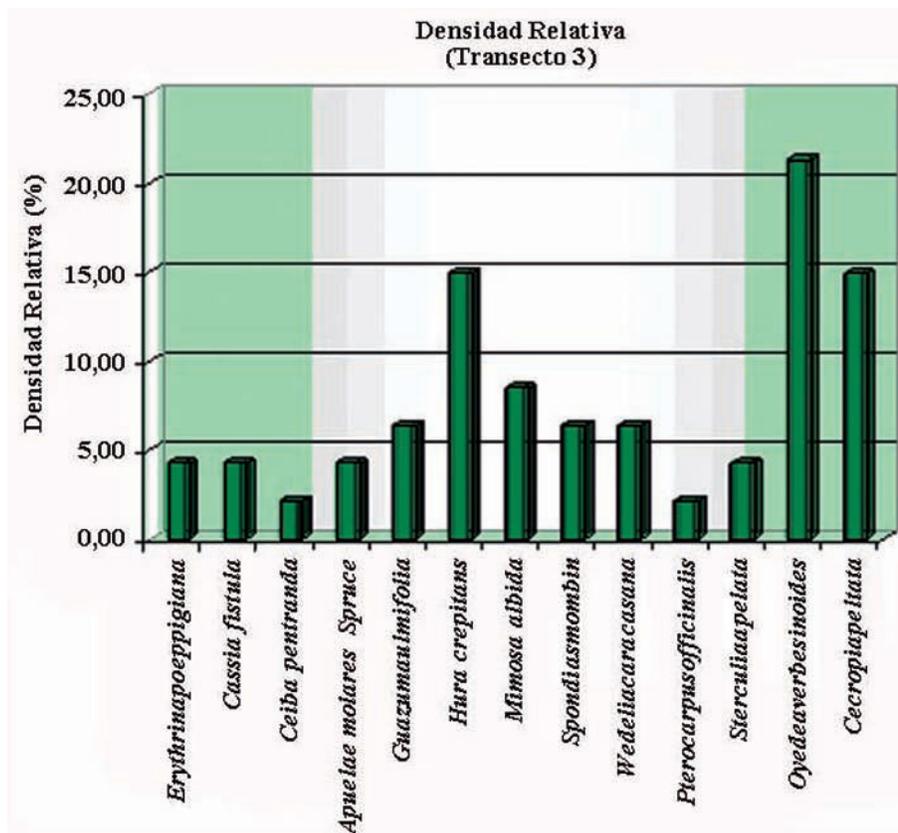


Figura 6. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 3.

En la zona media de la cuenca del embalse Guaremal predominaron las especies *O. verbesinoides* DC, *C. peltata* y *H. crepitans*, que representan un 51,06% del transecto 3 (Figura 6). *O. verbesinoides* DC, *G. ulmifolia* y *H. crepitans* constituyen el 37,5% del transecto 4 (Figura 8), mientras que *O. verbesinoides* DC, *C. tinctoria* y *H. crepitans* totalizan el 46,43% del transecto 5 (Figura 10). La densidad absoluta de las especies botánicas en la zona media de la cuenca (Figuras 7, 9 y 11) fue directamente proporcional a la densidad relativa total de las especies (Figuras 6, 8 y 10)

Finalmente, en la zona alta del embalse predominaron las especies *Ficus sp*, *Gliricidia sepium* y *Cecropia peltata* en el transecto 6 (Figura 12), constituyendo el 41,67% del total de las especies. *Oyedeia verbesinoides* y *Hura crepitans* fueron las más representativas en el transecto 7, con un 33,33% (Figura 14). La densidad absoluta de las especies en la zona alta (Figuras 13 y 15) fue similar y directamente proporcional a la densidad relativa del total de especies (Figuras 12 y 14).

En la Figura 16 se compara la densidad relativa por especies en función de la densidad relativa por familias. Estos resultados demuestran que las familias con mayor número de individuos en orden descendente fueron: *Compositae* (20,98%) representadas por la especie *Oyedeia verbesinoides* DC (20,98%); *Fabaceas* (13,30%) representadas por las especies *Pterocarpus officinalis*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* (9,87%, 2,15%, 1,29%), *Mimosaceae* (12,88%) representadas por las especies *Acacia paniculata*, *Pithecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Acacia macracantha* (8,58%, 2,58%, 0,86%, 0,86%); *Euphorbiaceae* (10,94%), representadas por las especies *Hura crepitans*, *Croton sp*, *Ricinus communis* L (6,22%, 4,29%, 0,43%); *Urticaceae* (7,08%) representadas por la especie *Cecropia peltata* (7,08%), *Annonaceae* (4,80%) representadas por la especie *Annona cherimolia* (4,80%); *Asteraceae* (4,80%) representadas por la especie *Wedelia caracasana* (4,80%); las cuales representan en total el 61,58%. El resto de las especies agrupadas en 22 familias representan el 38,42% del total.

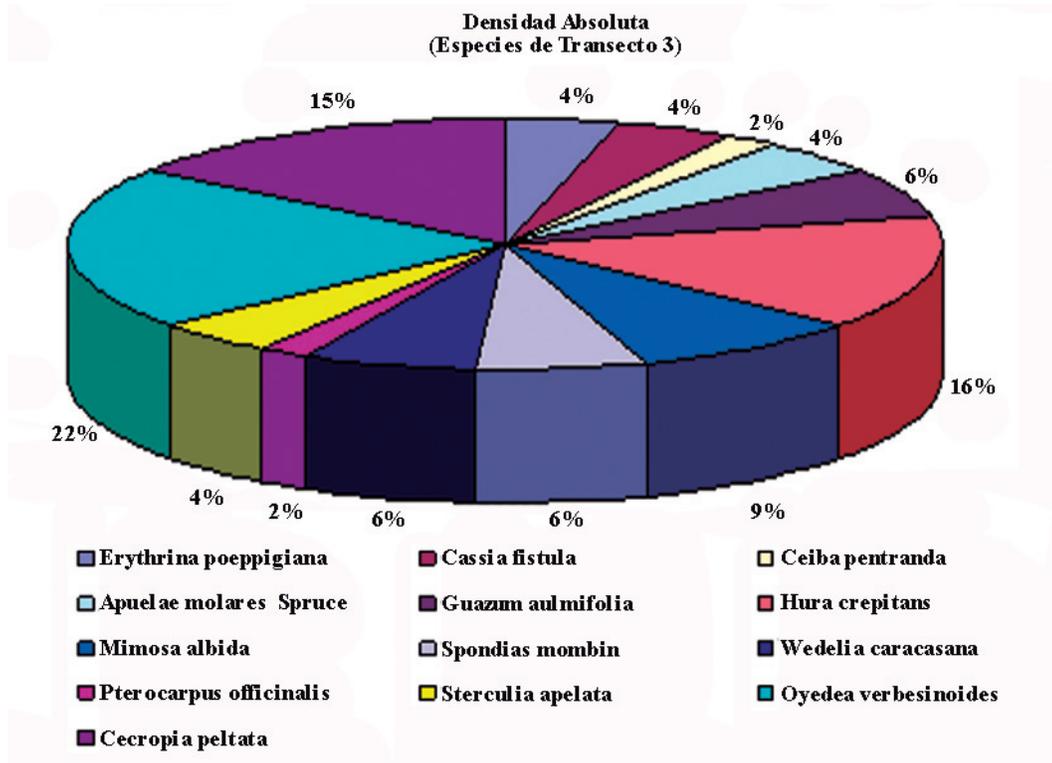


Figura 7. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicadas en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 3.

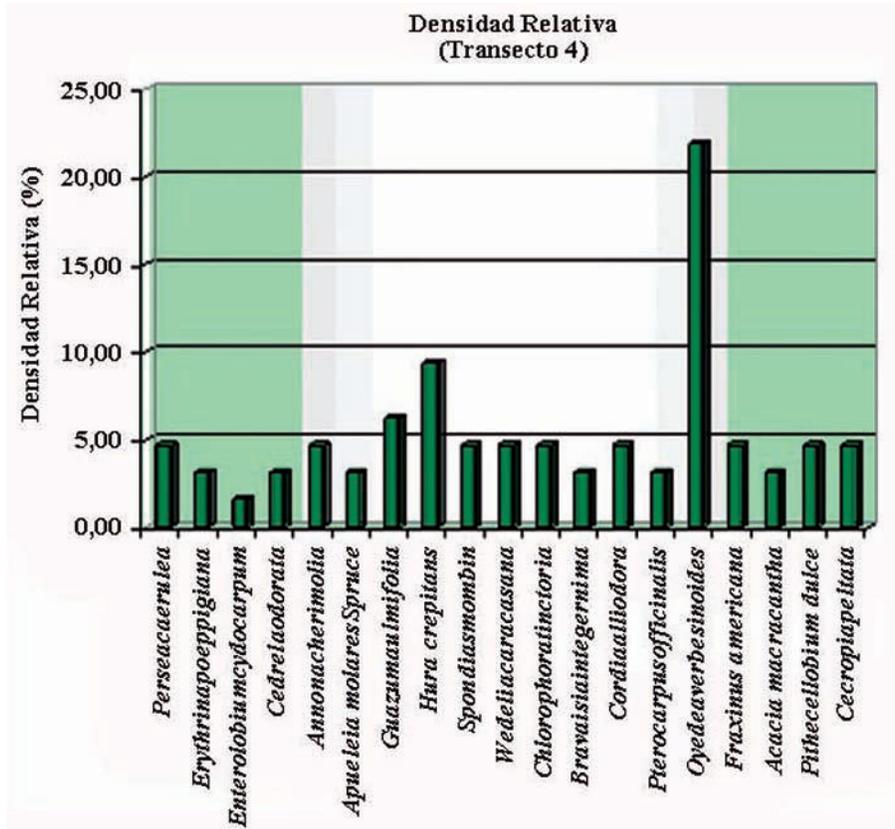


Figura 8. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicada en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 4.

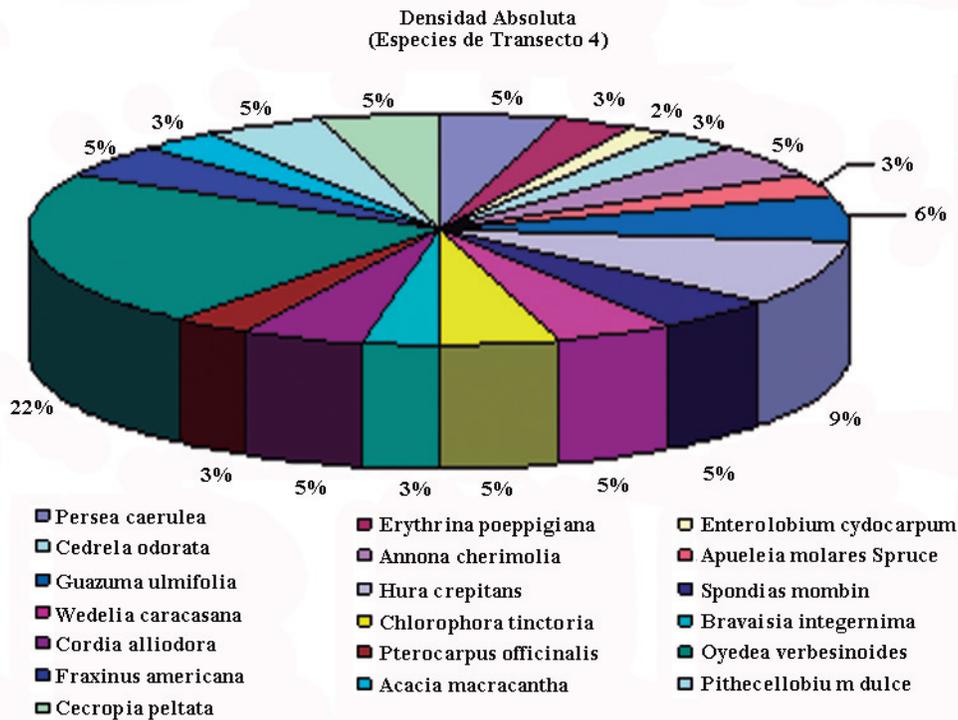


Figura 9. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicada en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 4.

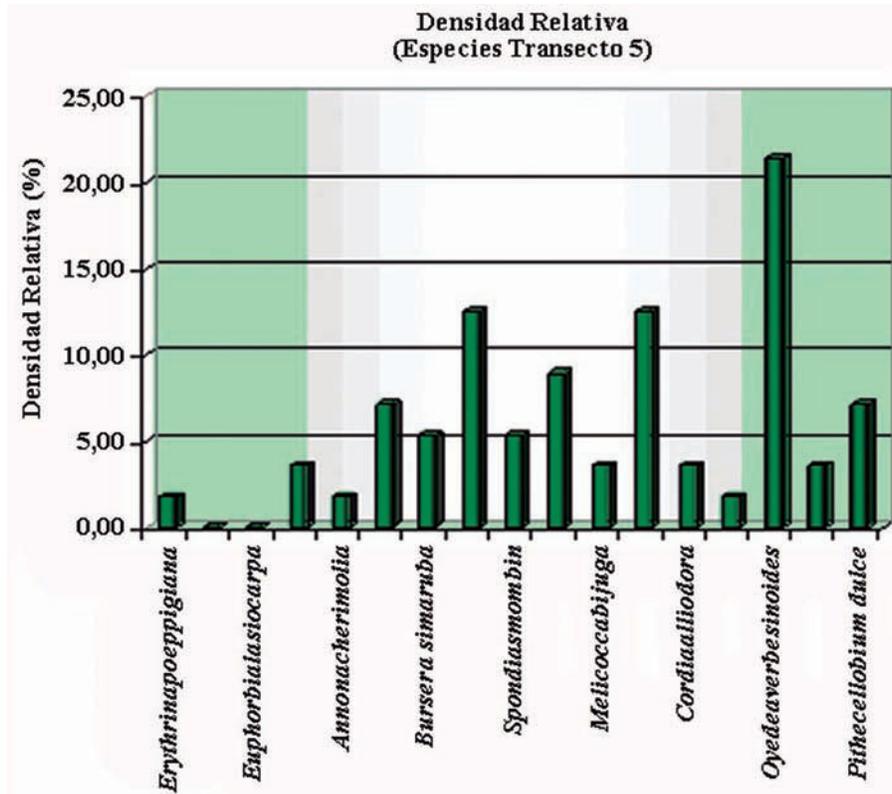


Figura 10. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 5.

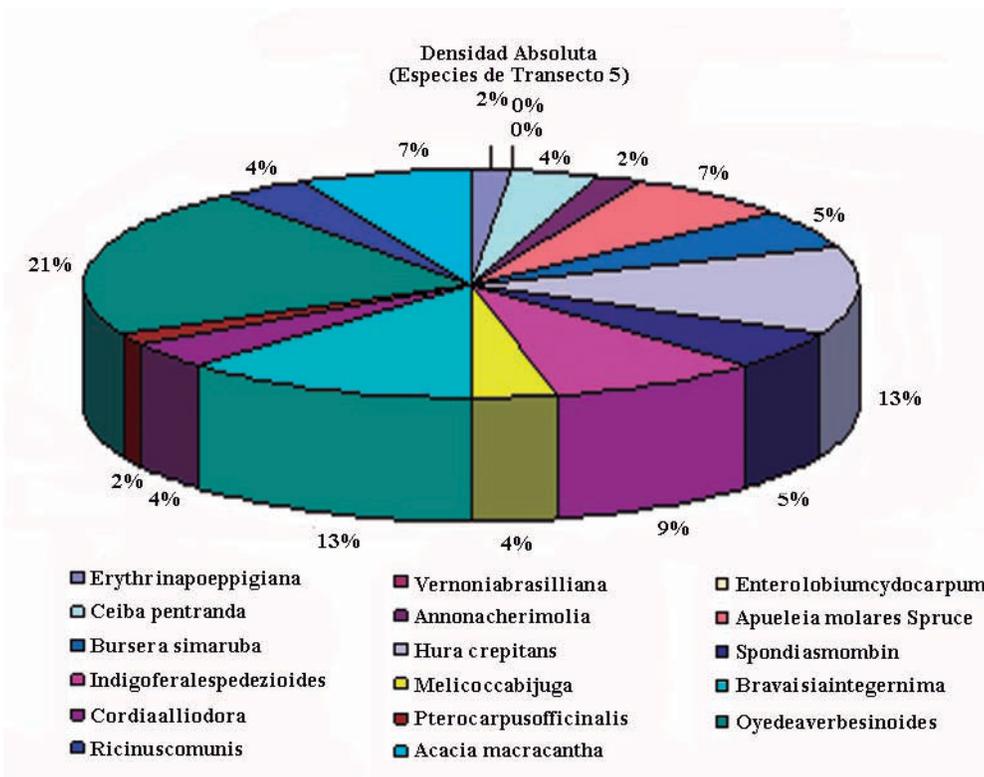


Figura 11. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicadas en la zona media de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 5.

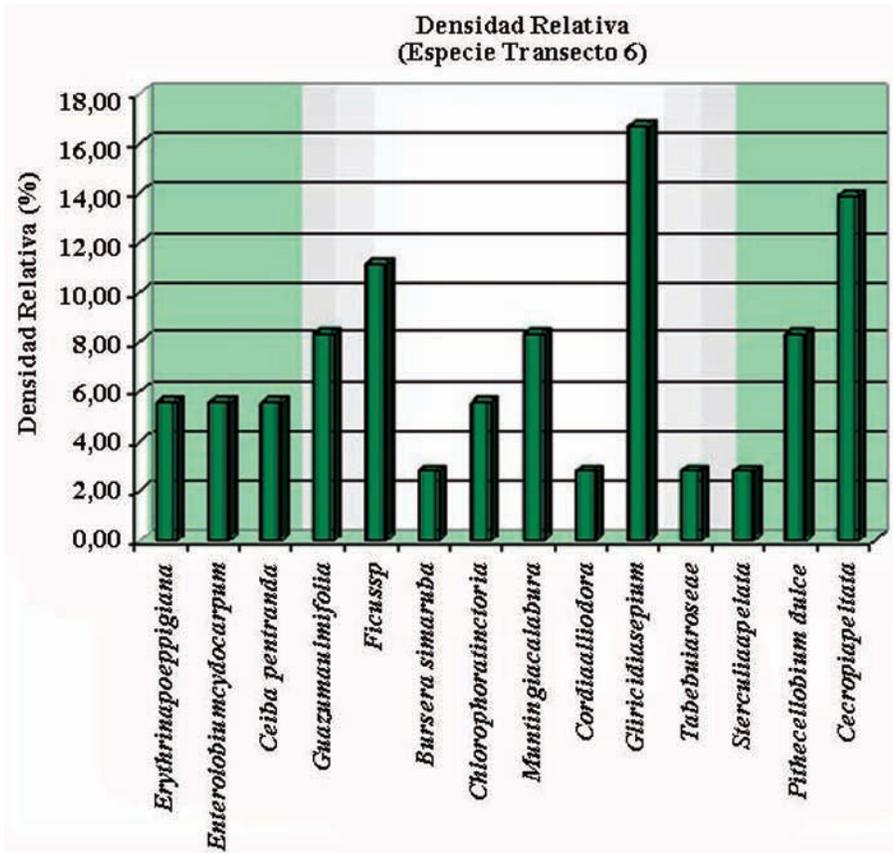


Figura 12. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona alta de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 6.

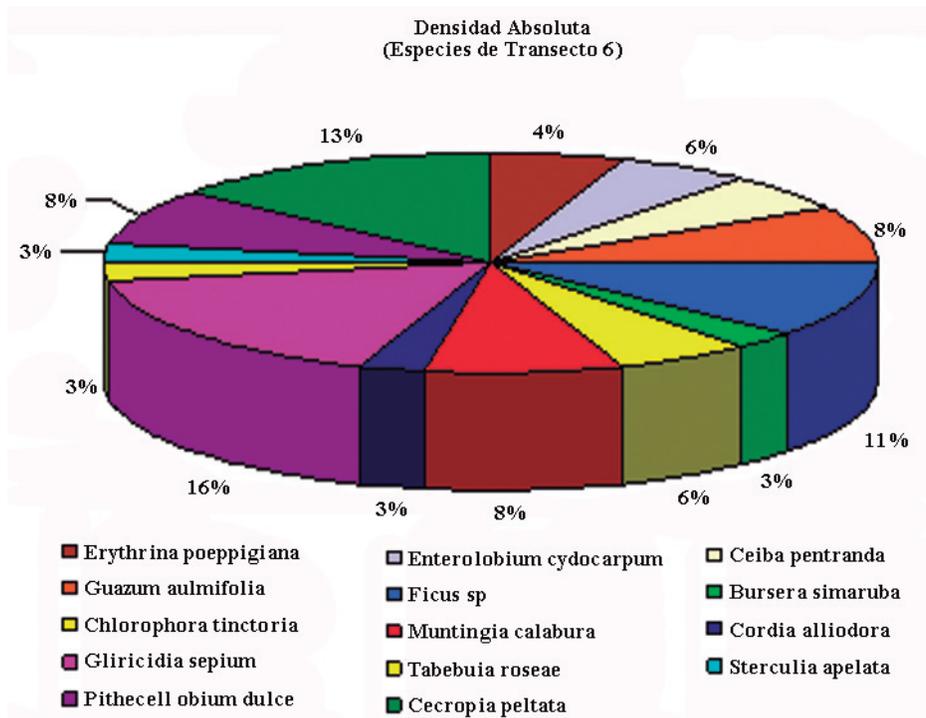


Figura 13. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicadas en la zona alta de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 6.

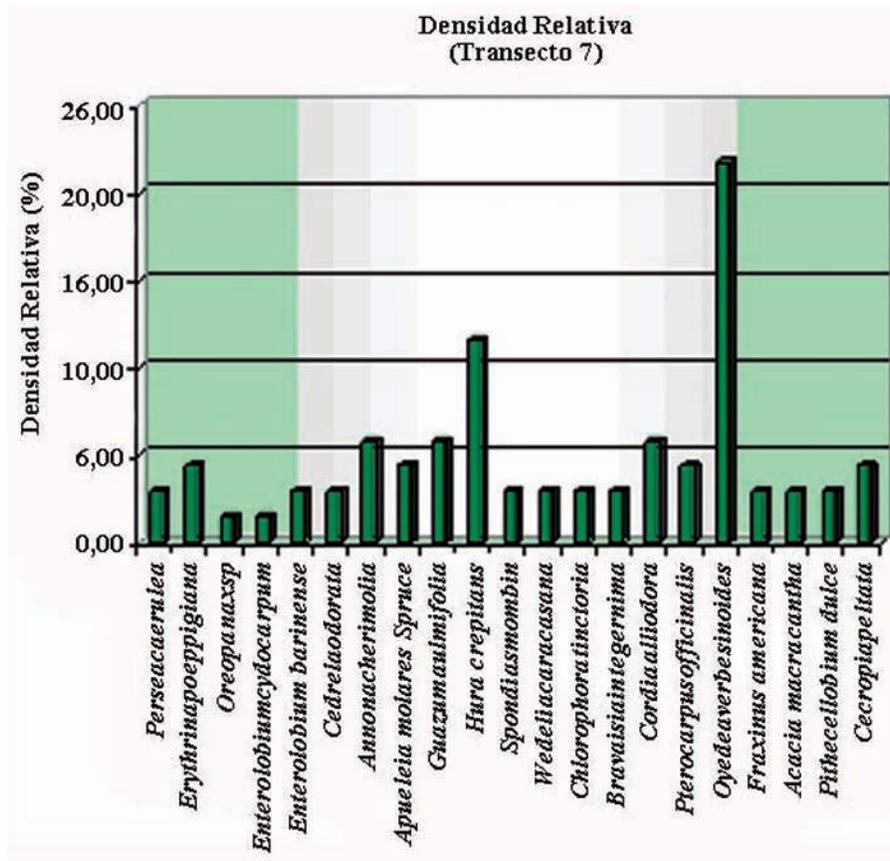


Figura 14. Densidad relativa de la flora apibotánica ubicadas en la zona alta de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 7.

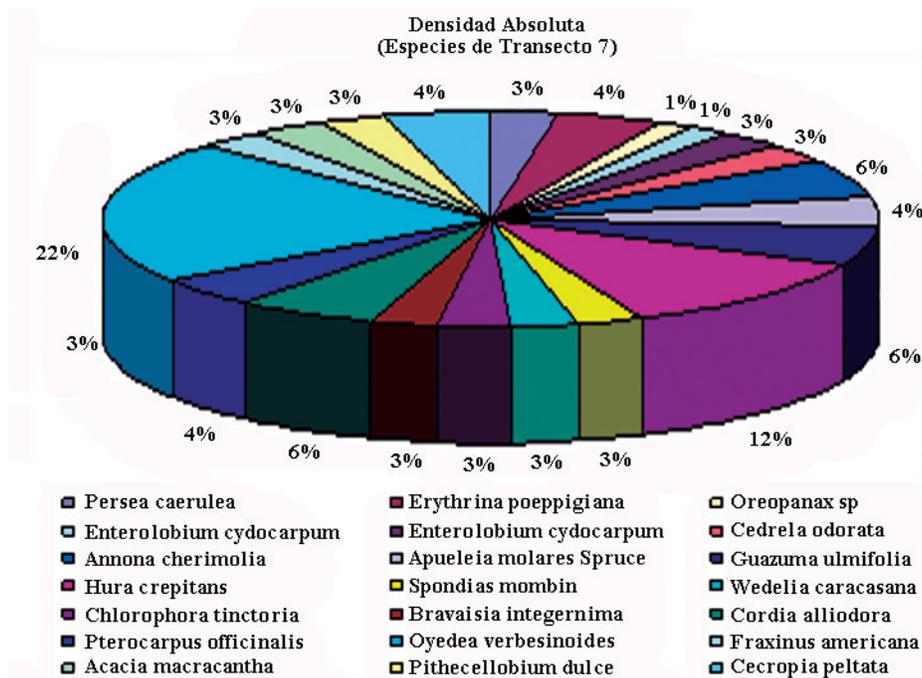


Figura 15. Densidad absoluta de la flora apibotánica ubicadas en la zona alta de la cuenca del embalse Guaremal correspondientes al transecto 7.

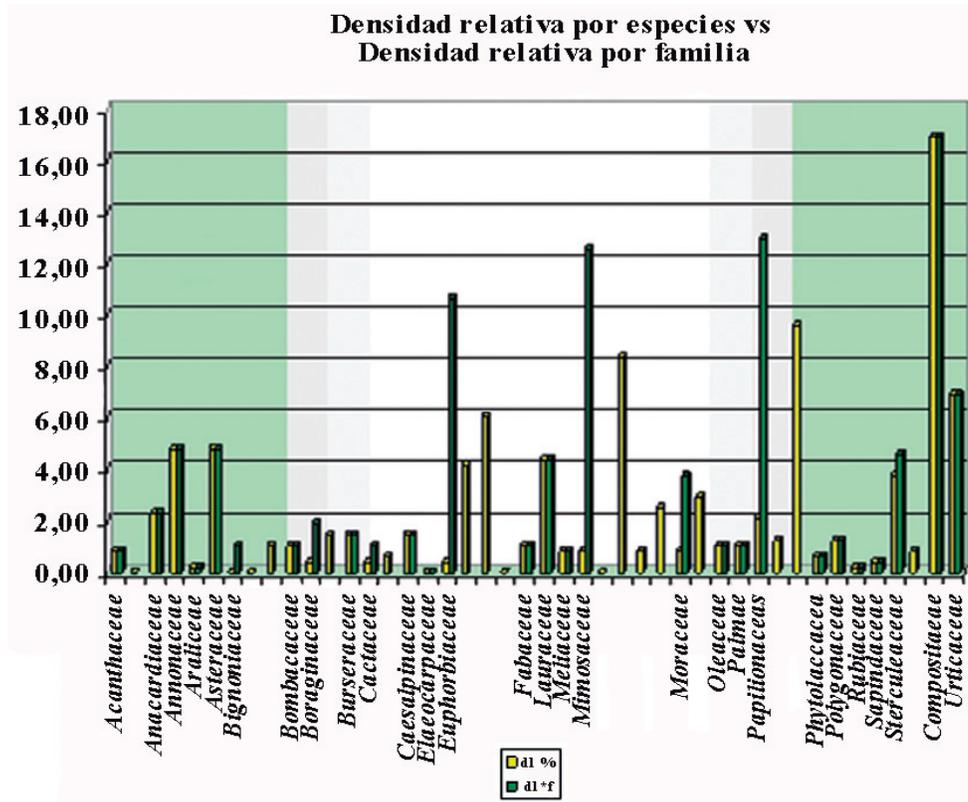


Figura 16. Comparación de la densidad relativa de las especies y de las familias representadas en los transectos realizados.

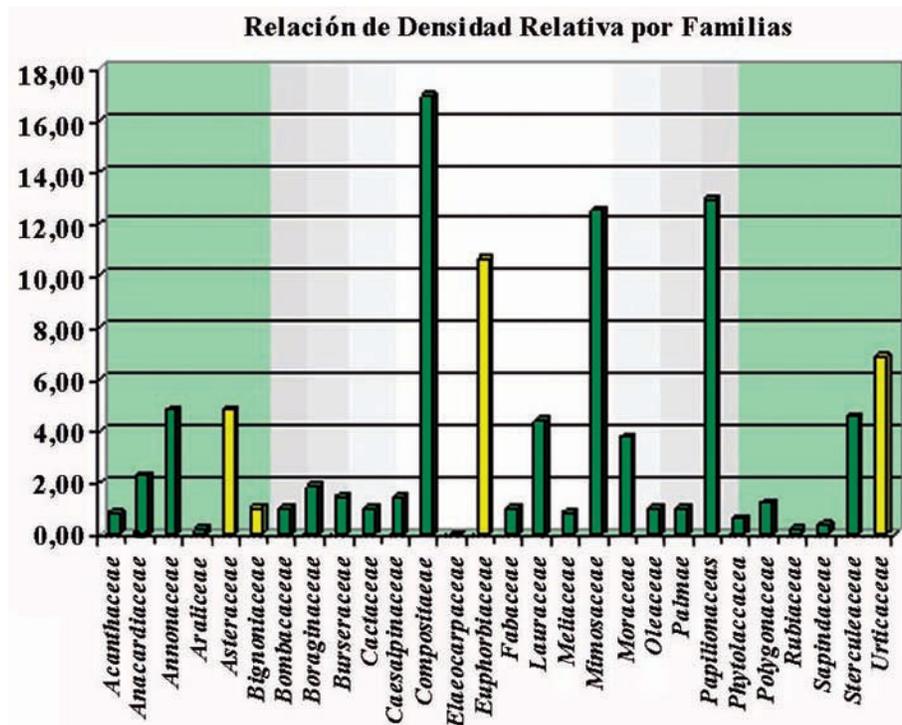


Figura 17. Comparación de la densidad relativa por familias representadas en los transectos realizados.

En la Figura 17, se muestran las familias con mayor predominio en el área de estudio, correspondiendo a *Compositae*, *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, y *Urticaceae*.

De acuerdo a los resultados obtenidos (Desde la Figura 2 hasta la 15), se observa una alta incidencia de la especie *W. caracasana* (jujare-chaparrito), familia *Asteraceae*, en las tres zonas de la cuenca del embalse Guaremal. Su presencia refleja que la cuenca ha sufrido intervenciones negativas por parte del hombre, debido a que es una especie herbácea colonizadora que aparece en el inicio de un proceso de sucesión cuando un bosque ha sido afectado.

Por otra parte, las especies yagrumo (*C. peltata*) y jabillo (*H. crepitans*) marcaron una alta influencia en la distintas zonas muestreadas, y a diferencia de *W. caracasana*, son árboles pertenecientes al bosque natural originario. El hallazgo es un indicador de acción antrópica negativa, que permitiría la toma de decisiones dentro de un programa de Gestión Ambiental, que incluye los lineamientos para la conservación de la cuenca Guaremal y el manejo de la flora apibotánica. En virtud de lo anteriormente descrito, se proponen los siguientes lineamientos para la conservación de la Cuenca del embalse en estudio:

Lineamientos para la conservación de la cuenca Guaremal.

Los valores biológicos y ambientales de la cuenca del embalse Guaremal, aunados a la presencia de una superficie sin intervención, con una importante biodiversidad para el desarrollo sustentable, y para el desarrollo apícola, le confieren a esta cuenca un enorme potencial para la conservación del patrimonio natural que la caracteriza. La planificación y el manejo eficaz de las actividades asociadas con el uso de los recursos naturales presentes en ella, constituyen prioridades y retos para la gestión ambiental de la misma. En tal sentido, existen aspectos que constituyen oportunidades para instrumentar iniciativas orientadas a su conservación, entre las cuales se pueden señalar las siguientes:

La extensión e intervención de la cuenca

Este aspecto es fundamental en la estabilidad a largo plazo del ecosistema natural, en función de su capacidad de sostener poblaciones viables, comunidades típicas, sistemas productivos

sustentables que garanticen el mantenimiento de los ciclos naturales. La cuenca del embalse Guaremal, forma parte de la cuenca del río Turbio, que a su vez es parte de la cuenca del río Cojedes el cual es afluente del gran río Orinoco.

Disponibilidad de información básica

El área de estudio se encuentra ubicada a cuatro kilómetros de la autopista que comunica a los estados Lara y Yaracuy y por ende es de fácil acceso a las capitales de estos dos estados. Por la importancia que esta cuenca reviste para la comunidad de Yaritagua, ha sido estudiada en forma detallada y minuciosa en numerosas oportunidades, de allí que la información generada es confiable, rigurosa y en su gran mayoría está disponible, aunque una gran parte no está actualizada.

Aceptación social

Diversos sectores de la sociedad civil, pobladores de la región y principalmente los consejos comunales de la cuenca y entes educativos, han manifestado su compromiso con la demarcación, defensa y conservación de los territorios tradicionalmente intervenidos y afectados de manera irracional.

Integración institucional

El interés por la recuperación de la cuenca, que involucran al gobierno local, grupos comunitarios de base, el sector académico de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (Decanatos de Agronomía y Veterinaria), FUDECO, los entes de gobierno central y las fuerzas vivas de la región, con la idea de consolidar alianzas entre instituciones para ampliar capacidades y conocimientos, minimizar la duplicación de esfuerzos y hacer más eficiente la inversión de recursos en favor de la conservación y la recuperación de la cuenca. El desafío de la conservación y desarrollo sustentable de la cuenca de Guaremal debe ser abordado en diferentes niveles, con la participación integral de todos aquellos grupos y sectores interesados en esta región. En tal sentido, se propone una síntesis conceptual de las escalas y lineamientos de gestión requeridos para una estrategia de conservación a largo plazo, desde la visión global ecosistémica hasta la organización local de la biodiversidad y del sistema agro productivo (Cuadro).

Cuadro. Lineamientos de gestión ambiental para la conservación la cuenca del embalse Guaremal.

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	NIVELES DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y DE GESTIÓN	LINEAMIENTOS DE ACCIÓN Y MANEJO
<p>Global Ciclos de agua y nutrientes</p> <p>Flujos de aire</p> <p>Intercambio geoquímicos</p> <p>Migraciones de especies.</p>	<p>Programas Globales Intergubernamentales</p> <p>Conservaciones sobre Biodiversidad, Cambio Climático, Bosques.</p>	<p>Instrumentación de acuerdos</p> <p>Captura de carbono</p> <p>Manejo del recurso agua</p> <p>Seguimiento de procesos</p> <p>Corresponsabilidad nacional.</p> <p>Gestión basada en información, manejo y conocimiento científico</p> <p>Gestión de cooperación y de acuerdos económicos compatibles con el desarrollo sustentable</p>
<p>Regional Fronteras forestales Eco-regiones.</p> <p>Áreas silvestres Paisajes Comunidades naturales</p> <p>Plan de ordenación del territorio y manejo de áreas protegidas y gestión ambiental.</p> <p>Participación comunitaria en programas de investigación y monitoreo de recursos naturales.</p> <p>Desarrollo de programas de manejo y de conservación de especies y de ecosistemas.</p>	<p>Nacional Corredor biológico venezolano Subsistema de áreas protegidas Conservación de cuencas</p> <p>Desarrollo de políticas públicas a favor de prácticas sostenibles para agricultura, forestaría, apicultura y uso del agua.</p> <p>Monitoreo de ecosistemas boscosos y recursos naturales asociados.</p> <p>Promoción de la investigación y el mejor conocimiento de la Apicultura.</p> <p>Sistema de información ambiental en apoyo al seguimiento sistemático de las acciones de conservación, la consolidación de políticas y los lineamientos de gestión.</p>	<p>Planificación sistémica, ordenamiento y manejo de áreas protegidas, zonas de amortiguamiento, ecosistemas, bio-regiones y cuencas hidrográficas</p> <p>Formulación de mecanismos financieros e instrumentos de sustentabilidad económica de mediano y largo plazo.</p> <p>Implementación de medidas compensatorias como contraprestación a medidas de conservación de bosques</p> <p>Fortalecimiento de pueblos para su organización comunitaria y formas de gobierno local, el manejo ambiental tradicional, la agroecología para la producción sostenible, el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, la autogestión de territorios y la solución de problemas de la salud, educación y ambiente.</p>

Continúa./...

...Continuación cuadro

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	NIVELES DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y DE GESTIÓN	LINEAMIENTOS DE ACCIÓN Y MANEJO
Locales	Municipal	
Estructura comunitaria	Planes locales de ordenamiento y gestión ambiental.	Alianzas estratégicas y redes institucionales.
Composición de especies.		Desarrollo y uso de destrezas y conocimiento (tradicional y moderno) para
Variabilidad genética.	Programas de Apicultura, agroforestería y manejo comunitario del agua.	la protección, inventario, investigación y aprovechamiento sostenible de recursos naturales.
Dinámica ecológica y flujos energéticos.		
Programa integral de educación ambiental formal, informal y no formal.	Programa de restauración de ecosistemas degradados.	Participación de comunidades locales y actores interesados en la gestión del desarrollo sustentable y conservación ambiental.
Desarrollo de bases legales locales para la formulación de los planes de ordenamiento, gestión ambiental y producción apícola.	Programas de la salud y educación.	
	Programa de api-forestación de la cuenca (viveros de flora apibotánica, sistemas de riego, plantaciones comerciales).	Impulso a los sistemas de producción apícolas. (Créditos integrales, programa de acompañamiento integral, marcas colectivas, programa de cosecha segura, mercado justo, suministro de insumos).
Transferencia de beneficios sociales a las comunidades locales.	Programas de educación ambiental (Productores apícolas, productores agrícolas, unidades educativas en la zona, misiones sociales, organizaciones sociales).	
Programa de seguimiento a la recuperación de la cuenca.	Legislación apícola (Normas, Decretos y Resoluciones, capaces de generar orientaciones e impulso a la apicultura).	Desarrollo de un sistema integral de desarrollo y gestión apícola (Api-forestación, producción, procesamiento, marcas colectivas, comercio justo.)

La gestión de manejo de la cuenca Guaremal es un reto para el gobierno local y las instituciones responsables de su política ambiental. Se debe desarrollar la capacidad de planificar, coordinar y ejecutar innumerables tareas y acciones articuladas a un plan de acción, con la visión de conservación de la diversidad biológica, el acuífero y los sistemas productivos en un entorno que también debe brindar bienes y servicios con criterios de sustentabilidad.

Experiencias a escalas birregionales en otras partes del mundo reflejan el significado de este reto (Miller *et al.*, 1992), el cual lleva implícito:

Proteger y manejar los recursos naturales

Inventariar y caracterizar la diversidad biológica, promoviendo el aprovechamiento sostenible de sus componentes.

Restaurar ambientes degradados y hábitats críticos.

Crear incentivos políticos y fiscales, así como mecanismos financieros para impulsar mejoras tecnológicas y promover el desarrollo sustentable de una región

Impulsar la educación ambiental formal e informal.

CONCLUSIONES

La composición de la flora de la cuenca del embalse Guaremal, municipio Peña del estado Yaracuy, está constituida por 77 especies de interés apícola, representadas en 40 familias, siendo las más predominantes: *Compositae*, *Fabaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Urticaceae*.

La aparición de la especie colonizadora o pionera *W. caracasana*, en las tres zonas de muestreo, reveló un alto impacto antrópico sobre la región.

RECOMENDACIONES

El manejo de la flora apibotánica dentro de un sistema de producción apícola puede ser utilizado como herramienta de gestión ambiental.

Los lineamientos presentados en este estudio para el manejo de producción apícola dentro de la estrategia de gestión ambiental en la cuenca Guaremal, deben estar enmarcados en una propuesta de ordenamiento apícola nacional, que la fortalezca como un sistema productivo y le permita salir del estado artesanal en el que se encuentra actualmente, considerando la sustentabilidad de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- Bradbear, N. 2005. La apicultura y los medios de vida sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
- Camacho, A. 2001. Potencialidad melífera y polinífera de dos zonas de vida de la Provincia de Loja. Centro Andino de Tecnología Rural (cater). Universidad Nacional de Loja. Ecuador. Disponible en línea: <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/Boletin9.html>. [May. 15, 2009]
- COVENPRE. Comité Venezolano de Grandes Presas 2009. Disponible en línea: <http://www.covenpre.org.ve/presas/guaremal.htm>. [Abr. 10, 2009].
- FUDECO. Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental. 2004. Dossier del municipio Peña, estado Yaracuy. Venezuela. Disponible en línea]. <http://corpoweb.net.ve/fudeco/archivos/Documentosenlinea/EdicionDossier/EstadoYaracuy/DOSSIER.MUNICIPIO.PENA.pdf>. [Oct. 12, 2008].
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plants species diversity. *Evolutionary Biology*, 15:1-84.
- López, J. A., P. A. Araujo, V. H. Acosta, J. A. Maldonado y S. A. Barrionuevo. 2001. Evolución de la vegetación forestal en un bosque secundario del Chaco Semiárido. Proyecto de Investigación. CICyT – UNSE. 69p.
- Mc Gregor, S. E. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA Publishing.
- Miller, K., J. McNeely y R. Olembo. 1992. Estrategia global para la biodiversidad, guía para quienes toman decisiones. Instituto de Recursos Mundiales (Wri), Unión Mundial para la Naturaleza (Uicn) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma). Disponible en línea: http://pdf.wri.org/estrategiabiodiversidadespguia_bw.pdf. [May. 15, 2009].
- Mujica, A. 2008. Yaritagua en Venezuela. Disponible en línea: <http://www.monografias.com/trabajos66/yaritagua-venezuela/yaritagua.Venezuela.shtml>. [May. 20, 2009].
- Peña, J. E. 2003. Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 69: 6-20.
- Pérez, G. J. 2007. Las abejas y el medio ambiente, Portal Ecológico. Disponible en línea: www.rebelion.org/noticia.php. [Nov. 5, 2008].
- Registros de Producción. Estación de Apicultura, DCV, UCLA. 2009. Producción de miel en la estación apícola Guaremal. municipio Peña del estado Yaracuy, Venezuela. 22 p.

Estimación del riesgo de la presencia de anemia en becerros nacidos de vacas anémicas durante el parto

Espartaco Sandoval^{1*}, Mariana Barrios¹ y Gustavo Morales²

^{1*}Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Yaracuy, Venezuela. Correo electrónico: esandoval@inia.gob.ve

²Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Aragua, Venezuela.

RESUMEN

El medio tropical presenta entre sus desventajas, ciertas condiciones que pueden conducir a estados carenciales y en consecuencia ocasionar trastornos fisiológicos en los animales. Dentro de estos destacan los procesos anémicos. A fin de conocer la asociación entre vacas comprometidas por procesos anémicos durante el parto y la presencia de los mismos en sus crías, así como su índice de riesgo relativo, 80 vacas con sus respectivas crías, fueron evaluados hematológicamente y clasificados de acuerdo a su condición de salud. Una muestra de sangre completa fue recolectada durante la primera semana postparto. Los indicadores estudiados fueron: concentración de hemoglobina, hematocrito y conteo de eritrocitos. Los valores de animales anémicos son significativamente altos para la zona en estudio, 67,5% y 51,3% para vacas y becerros respectivamente. Se observó la presencia de anemias Microcíticas Hipocrómicas, Macroscíticas y un importante predominio de las anemias Normocíticas Normocromicas en becerros, lo cual se explica como una fase de la evolución de la primera mencionada. Estos resultados están asociados a carencias nutricionales en el parto. Mediante la prueba de ji-cuadrado se evidenció la asociación entre la condición de anemia en la madre con la presencia de dicha patología en el becerro ($\chi^2 = 6,5$ $P < 0,05$). Los valores de odds ratio o razón de desigualdades (O.R=3,54) y la razón de Prevalencia (R.P=1,97) fueron mayores que uno, lo cual nos indica que los becerros nacidos de vacas anémicas tienen una mayor oportunidad de nacer anémicos que los nacidos de vacas no-anémicas.

Palabras clave: vacunos, anemia, carencias, riesgo relativo, hierro.

Evaluation of the relationship between the presence of anemia in cows and in their newborn calves under natural conditions

ABSTRACT

The tropical environment presents among their disadvantages, certain conditions that have been associated with physiological disorders within the herd. These troubles include the anemic processes as an important limiting factor for the livestock production under tropical conditions. In order to evaluate the relationship during the Parturition between anemic cow conditions and the presence of this disease in their newborn progeny, 80 cows with their respective offspring were submitted to hematological exam and classified according to their health status. A complete blood sample was collected during the first postpartum week. The indicators studied were: concentration of hemoglobin, haematocrit and red blood cell counting. The followings results were obtained: the percentages of anemic animals are significantly higher for the study area, 67.5% and 51.3 for cows and calves respectively. It was found different kinds of anaemia: Microcytic Hypochromic, Macrocytic, with a significant dominance of Normocytic Normochromic anaemia in newborn calves. It can be explained as a phase in the evolution of the aforementioned first type of anaemia. The chi-square test showed the association between the condition of anaemia in the mother and the presence of the same pathology in the calf ($\chi^2 = 6.5$ $P < 0, 05$). The odds ratio (O.R = 3, 54) and the reason of prevalence (R.P = 1, 97) were higher than one, which indicates that the calves born from anaemics cows have more opportunities to be born anaemic that those born from no-anemic cows.

Key words: bovine, anaemia, Odds Ratio, Prevalence Ratio, iron

INTRODUCCIÓN

Con el empleo de algunas herramientas de trabajo disponibles en la actualidad en los laboratorios veterinarios, surge un renovado interés en la determinación y utilización de ciertos parámetros hematológicos que pueden servir como indicadores de la condición fisiológica, nutricional, metabólica y clínica en bovinos (Sandoval *et al.*, 2008), aspectos que a su vez, nos suministran información sobre el correcto manejo de los rebaños (Habich, 1992).

Una de las alteraciones clínicas más frecuentes en rumiantes, la representan las manifestaciones subclínicas de los procesos anémicos, los cuales afectan el comportamiento productivo de los animales (Viamonte *et al.*, 2001).

Las variaciones en los valores hematológicos se han atribuido a diferentes estados fisiológicos de los animales (Schalm *et al.*, 1981), sin embargo, el periodo preparto es considerado como muy crítico para las hembras vacunas, señalándose importantes variaciones en ese periodo (Ramírez *et al.*, 2001; Vásquez *et al.*, 1994).

Los procesos de mejoramiento genético al que han sido sometidos los bovinos, han provocado que los requerimientos nutricionales de los becerros recién nacidos hayan aumentado mientras que la composición de la leche o sus sustitutos sigue siendo la misma (Almeida, 2013). Los becerros afectados por anemia son deficientes en hierro al nacer, lo que da como resultado niveles bajos de hemoglobina y hematocrito en las primeras semanas de vida (Barrios *et al.*, 2010).

En este sentido, es importante reconocer que la crianza óptima del becerro debe comenzar desde que éste se encuentra en vida intrauterina, etapa en la cual normalmente la economía nutricional de la vaca, aporta los requerimientos nutricionales necesarios para un adecuado desarrollo fetal, no obstante, al padecer la vaca de algún tipo de deficiencia alimentaria o fisiológica, indudablemente lo reflejará al momento del parto o inicio de la lactación en detrimento de las condiciones de salud del recién nacido, comprometiendo de esta manera el esperado desempeño futuro de este (Basurto, 2003; Paredes *et al.*, 2002; Sandoval y Alfonso, 1998; López 1996).

El objetivo de este trabajo consistió en determinar la posible asociación entre vacas comprometidas por

procesos anémicos en el periparto y la presencia de dicha afección en sus crías, así como realizar una estimación relativa del riesgo asociado para que becerros nacidos de vacas anémicas, nazcan también con dicha enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de trabajo se ubica entre los 10° 35' y 10° 50' de latitud norte y 68° 15' y 69° 00' de longitud oeste, en el municipio Manuel Monje del estado Yaracuy, correspondiéndose según Ewel y Madriz (1968), como una zona de bosque seco tropical, con gran variabilidad de suelos, una precipitación y temperatura promedio de 1.300 mm/año y 24°C respectivamente.

Sistemas de producción

El estudio se realizó sobre un rebaño procedente de una unidad de explotación caracterizada como sistema doble propósito tendencia a la especialización en leche, con alto nivel de mestizaje *Bos taurus taurus* (Pardo Suizo, Holstein, Carora), dos ordeños diarios de forma manual con apoyo del becerro, mediana producción de leche (promedio 8 kg/día), suplementadas con alimentos balanceados durante el ordeño y bajo pastoreo rotacional en un módulo de 20 potreros de *Bracharia humidicola*.

Animales experimentales

Para el estudio se emplearon 80 vacas mestizas múltiparas con sus respectivas crías, de los cuales una vez obtenido los resultados hematológicos fueron clasificados de acuerdo a su condición de salud y estrato etario en cuatro grupos:

- A: Vacas sanas
- B: Vacas anémicas
- C: Becerros sanos
- D: Becerros anémicos

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó durante la primera semana postparto, relacionando vaca-becerro, durante los meses de enero-abril caracterizado como periodo seco. Una vez culminada la actividad del ordeño, se extrajo asépticamente una muestra

de sangre completa por venipuntura de la vena yugular, utilizando para este fin, tubos de sangría tipo vacutainer con EDTA como anticoagulante. Las mismas fueron conservadas en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio, el mismo día de su recolección.

Métodos hematológicos

Los indicadores hematológicos estudiados fueron: concentración de hemoglobina, por el método de la cianometahemoglobina (kit comercial Hemoglowniener); hematocrito, por la técnica del microhematocrito centrifugando a 15.000 r.p.m. durante 10 minutos y el conteo de eritrocitos con cámara hematimétrica utilizando solución salina al 0,9% como diluyente (Schalm *et al.*, 1981).

Los índices eritrocitarios se calcularon según las formulas propuestas por Coles (1986).

Los animales se consideraron anémicos cuando: el valor de hemoglobina (Hb) fue < 100 g/l; el hematocrito (Ht) < 30 l/l y el número de eritrocitos (ER) $< 4,50$ T/l.

En la clasificación morfológica de la anemia se consideraron los siguientes valores límites para los índices eritrocitarios:

Anemia Microcítica Hipocrómica (M/H): VCM < 40 fl, HCM $< 14,4$ pg.

Anemia Normocítica Normocrómica (N/N): VCM entre 40 y 60 fl, HCM entre 14,4 y 18,6 pg.

Anemia Macroscítica (M): VCM > 60 fl.

Análisis estadístico

Para establecer la posible asociación entre la condición de la madre (sana o anémica) y la de su respectivo becerro (sano o anémico) se empleó la prueba de ji-cuadrado de Pearson, donde se estableció $\sigma = 5\%$ como nivel de significación (Morales y Pino, 2009)

Por tratarse de un estudio transversal y con la finalidad de cuantificar la magnitud de la asociación entre el factor de riesgo (vaca anémica) y la presencia de dicha afección en los becerros hijos de dichas vacas, se calcularon el Odds Ratio o Razón de Desigualdades y la Razón de Prevalencias con sus respectivos intervalos de confianza a un nivel del 95% (Cabello y Krieger, 1997). En el presente artículo

se utilizará el término Odds Ratio en vez de Razón de Desigualdades, en vista del valor de uso del primero mencionado.

Para la interpretación del odds ratio y de la razón de prevalencias, se considera que si los valores obtenidos son:

Odds Ratio y R. $P = 1$ = no existe asociación

Odds Ratio y R. $P > 1$ = factor de riesgo

Odds Ratio y R. $P < 1$ = factor de protección

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico InfoStat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios obtenidos para los indicadores hematológicos en el grupo bajo estudio y reflejados en el Cuadro 1 según la condición de Vaca-Becerro, señalan la presencia de un grupo de animales cuyos valores coinciden con el intervalo de referencia para la especie, siendo considerados sanos. El resto de las observaciones muestran valores promedios inferiores que son compatibles con procesos que impliquen destrucción, pérdida o producción disminuida de eritrocitos (Ramírez *et al.*, 1998), permitiendo su clasificación morfológica según los indicadores hematológicos considerados, hallazgo que coincide con los reportados por Sandoval *et al.* (2010), para animales de la misma zona bajo estudio.

Los resultados reflejados en el Cuadro 2, señalan que una importante proporción de los animales estudiados 67,5% y 51,3% para vacas y becerros respectivamente, acusan valores indicadores de procesos anémicos, con diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$) al contrastarse con los obtenidos en animales sanos. Este porcentaje de vacas anémicas es superior al reportado por Sandoval *et al.* (2010), lo mismo que para los becerros, según lo señalado por Barrios *et al.* (2010), en rebaños de la misma zona.

Los resultados de la prueba de ji-cuadrado de Pearson ($\chi^2 = 6,47$) señalan la existencia de una asociación estadísticamente significativa ($P < 0,01$) entre vacas con la condición de madre anémica con hijo anémico.

La aparición de anemias en becerros esta significativamente relacionada con problemas carenciales en la vaca (Stefett *et al.*, 1993), lo cual es

Cuadro 1. Valores de los índices eritrocitarios en vacas y becerros sanos y anémicos.

Condición	VCM (fl)		HCM (pg)		CHCM (g/dl)	
	Vaca	Becerro	Vaca	Becerro	Vaca	Becerro
SA	48 ± 9	33 ± 16	16 ± 3	14 ± 4	35 ± 4	33 ± 9
MI/H	34 ± 4	29 ± 18	12 ± 2	13 ± 2	31 ± 5	32 ± 8
N/N	47 ± 5	42 ± 11	16 ± 2	14 ± 4	35 ± 5	34 ± 6
M	64 ± 5	51 ± 17	19 ± 3	18 ± 6	33 ± 5	35 ± 5

SA: Sin anemia; MI/H Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: anemia macrocítica; VCM: Volumen Corpuscular Medio, HCM: hemoglobina corpuscular media; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media. Fl: fentolitros; pg: Picogramos; g/dl: Gramos por decilitros.

Cuadro 2. Distribución porcentual de vacas y becerros sanos y anémicos.

N	Becerras		
	Vacas	Anémicos	Tipo de anemia Predominante
26	S/A	30 % ^a	N/N
17	MI/H	60 % ^b	MI/H
26	N/N	54 % ^b	N/N
11	M	82 % ^b	N/N

SA: Sin anemia; MI/H Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: anemia macrocítica. Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05)

soportado por los trabajos de Girard y Matte (1995), quienes demostraron que la suplementación preparto con ácido fólico, permite que éste sea transferido a través del útero, obteniéndose en sus crías niveles un 54% superiores con respecto a los testigos. Si la ingesta de hierro en la dieta preparto es baja, su carencia pueden afectar al becerro desde su etapa fetal y predisponer a la presencia de anemia en el neonato (Figueredo *et al.*, 2010a, Revelo, 2005).

Las carencias de hierro de origen primario en animales adultos, generalmente son raras, debido al adecuado contenido de este en los pastos. Igualmente la posibilidad de contaminación de los mismos con tierra, representa una fuente adicional (Lindt y Blum, 1994). Sin embargo, en caso de infecciones con parásitos hematófagos u otro tipo de alteraciones que afecten el metabolismo de este mineral, pueden

observarse deficiencias secundarias (Underwood, 1991).

Las anemias MI/H (Cuadro 2) son precedidas por agotamiento de las reservas y transporte del hierro (Johnson, 1990), producto de una carencia del mismo. Las deficiencias primarias son comunes en animales jóvenes, producto de estar sometidos exclusivamente a dietas lácteas y al bajo contenido (10 ppm) de este mineral en la leche (Reece *et al.*, 1985), en consecuencia los animales agotan las reservas hepáticas y desarrollan anemias ferropénicas (Figueredo *et al.*, 2010b). Este tipo de anemia ha sido reportada en becerros sometidos a largos periodos de consumo lácteo y asociadas a bajas ganancias de peso y retraso en el crecimiento (Cseh *et al.*, 1998).

En los becerros mantenidos con una dieta láctea pobre en hierro, se desarrolla una anemia MI/H (Merck & Co., 2003). Los resultados de este trabajo,

señalan que este tipo de anemia esta presente en el 60% de los becerros nacidos de vacas con la misma tipología de anemia, observándose valores de este mineral significativamente bajos ($P < 0,01$) en estos grupos (Cuadro 3).

Resulta interesante destacar, que el tipo de anemia dominante en los becerros estudiados, se corresponde con una anemia de tipo normocítica normocrómica (Cuadro 2), la cual se origina cuando existe hemólisis o pérdida de eritrocitos (Doxey, 1987). Esta situación se corresponde, generalmente, al efecto de la presencia de parásitos hematófagos, lo cual no es un hallazgo frecuente en esta etapa de vida. Pero, es reconocido que la anemia normocítica puede encontrarse en la fase inicial de las anemias ferropénicas hasta en un 40% (Ricard, 2001), representando una expresión de resolución de este tipo de procesos anémicos, que comienza con la normalización del tamaño

del eritrocito y posteriormente de los valores de hemoglobina (Bradford, 1996), lo cual explica la notable presencia de este tipo de anemia.

La disminución de los valores de Hb, Ht y GR (Figuras 1, 2, 3) en becerros anémicos, siempre resulta inferior a los de sus madres, debido a los altos valores que estos presentan al nacer (Sandoval *et al.*, 1997), lo cual de cierta manera amortigua las pérdidas provocadas.

En el Cuadro 4, observamos que el odds ratio para la presencia de anemia en becerros hijos de vacas anémicas, dio un valor de 3,54, lo cual indica que los becerros hijos de vacas anémicas presentan casi cuatro veces mayor riesgo de nacer anémicos que los becerros nacidos de vacas sanas, al considerar la razón de prevalencias, podemos concluir igualmente en el mayor riesgo para los becerros hijos de vacas anémicas de nacer también anémicos (R.P = 1,99)

Cuadro 3. Valores séricos de hierro en vacas y becerros sanos y anémicos.

Tipo de anemia en Vaca	Hierro (mg/dl)	
	Vaca	Becerro
SA	149 ± 37 ^a	118 ± 27
MI/H	86 ± 25 ^b	98 ± 30 ^a
N/N	159 ± 28 ^c	140 ± 37 ^b
M	124 ± 44 ^c	107 ± 55

SA: Sin anemia; MI/H Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: anemia macrocítica; mg/dl: miligramos por decilitros. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Cuadro 4. Odds Ratio y Razón de prevalencias entre la presencia de anemia en vacas en el periparto y la presencia de anemia en sus respectivos becerros.

		I.C 95 %
Odds Ratio	3,54	1,30 --- 9,6
Razón de Prevalencias	1,99	1,07 --- 3,67

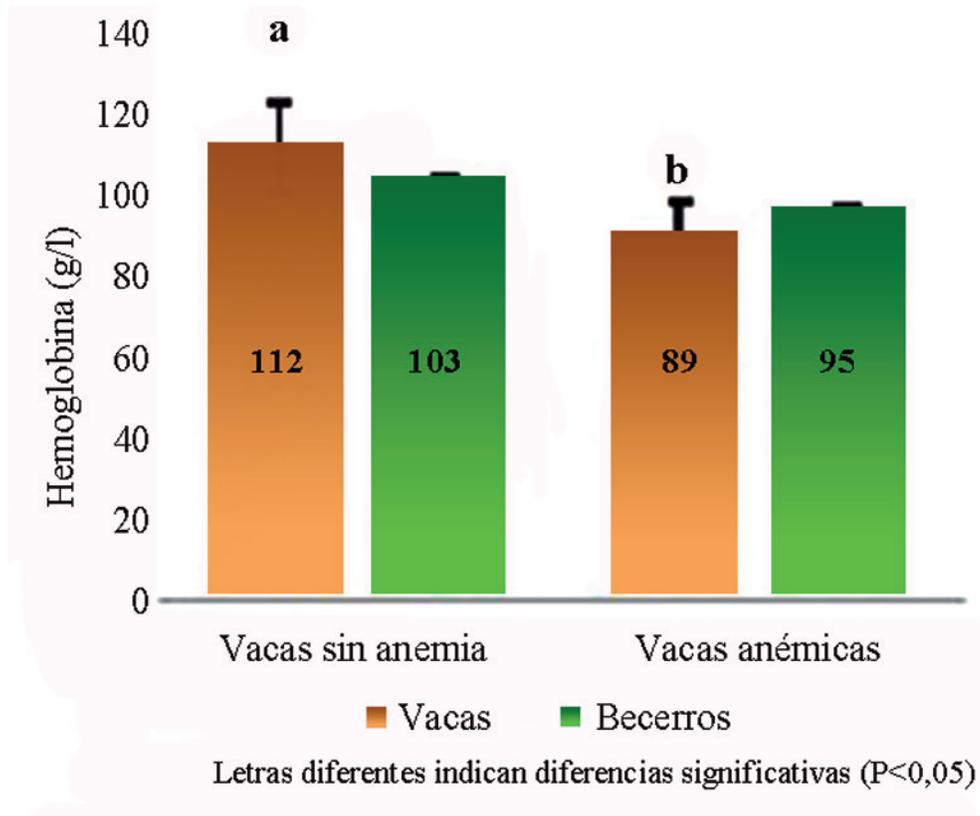


Figura 1. Valores promedio de hemoglobina en vacas y becerros con y sin anemia

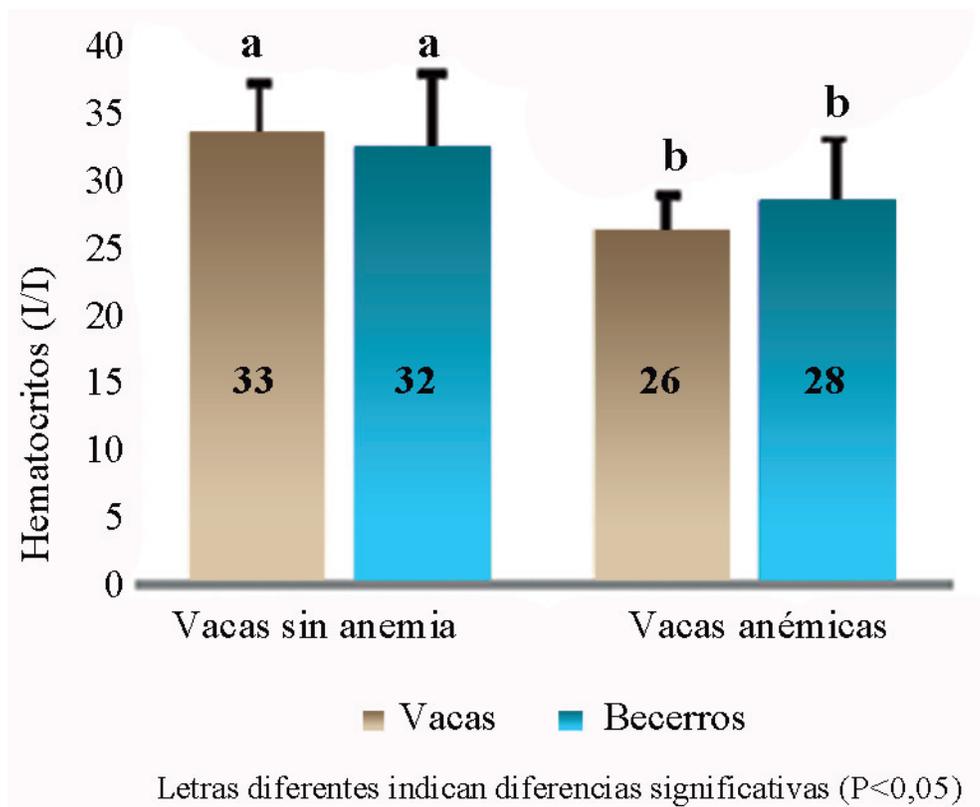


Figura 2. Valores promedio de hematocrito en vacas y becerros con y sin anemia

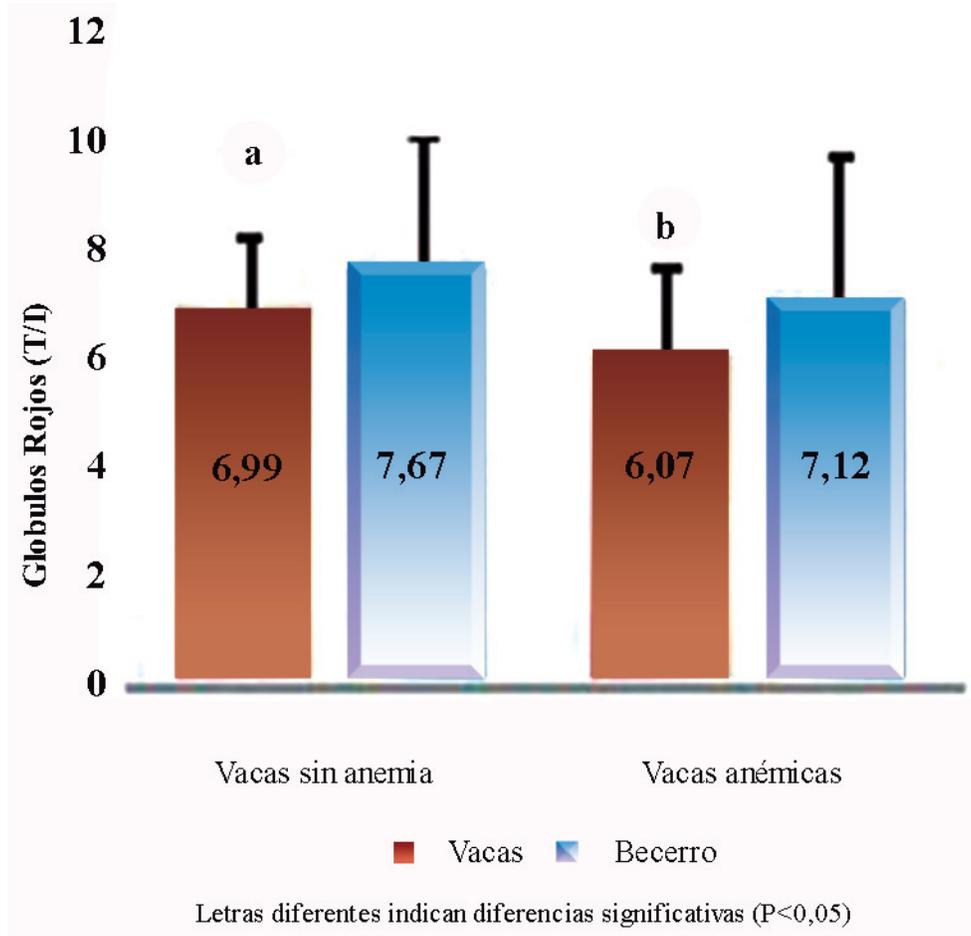


Figura 3. Valores promedio de glóbulos rojos en vacas y becerros con y sin anemia

CONCLUSIÓN

Los valores de animales anémicos son relativamente altos para la zona en estudio, observándose una significativa asociación entre vacas y becerros afectados. Se evidenció la existencia de carencias nutricionales en las vacas durante el periodo preparto. El predominio de las anemias N/N en becerros, esta asociada a fases de la evolución de anemias de tipo MI/H, es por ello que existe mayor riesgo de estar comprometidos con procesos anémicos en becerros nacidos de vacas afectadas de esta alteración fisiopatológica, en relación con los hijos de vacas sanas al parto.

RECOMENDACIÓN

En vista de la alta prevalencia de anemia en las vacas gestantes y su evidente asociación con la presencia de anemia en sus respectivos becerros, es

conveniente incluir la suplementación pre-parto con Acido Fólico entre las medidas profilácticas de rutina.

LITERATURA CITADA

- Almeida, J. 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos - Parte I recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. Disponible en línea: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t4664/141-p0.htm>. [Ene. 10, 2013]
- Barrios, M., E. Sandoval, R. Belisario, O. Camacaro, L. Domínguez y O. Márquez. 2010. Clasificación de la anemia y su relación con el sexo, edad y carga parasitaria en becerros doble propósito del Valle de Aroa-estado Yaracuy. REDVET 11(2). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. [Feb. 18, 2013].

- Basurto, CH. 2003. Sistemas de crianza de becerros en el trópico. Rangos de crecimiento y eficacia reproductiva en los vientres. Memorias del Curso Internacional: Manejo del ganado bovino de doble propósito. Tlapacoyan, Veracruz.
- Bradford, P. 1996. Large Animal Internal Medicine. Second ed. Ed. Mosby Year book, Inc. USA. 120 p.
- Cabello, P. y H. Krieger. 1997. Genioc. Sistema para análisis de datos de genética. Publicacao Técnica .Departamento de Genética, Instituto Oswaldo Cruz , Río de Janeiro , Brasil. 139 p.
- Coles, L. 1986. Veterinary Clinical Pathology. (4ª ed.) Saunders. Philadelphia. :103-105.
- Cseh, S., M. Ridaio, S. San Martino, M. Drake y M. Yarrar. 1998. Valores serológicos de hierro y zinc en distintas categorías de bovinos hembra. Veterinaria México. 29(1):23-27.
- Doxey, D. 1987. Patología clínica y procedimientos de diagnóstico en veterinaria. Manual Moderna. 2ª Ed. México. pp. 184-187.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. 265 p.
- Figueredo, J., M. Abeledo y E. Vega. 2010a. Determinación de la prevalencia de anemia en terneros en un sistema de cría artificial. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. 11(3). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. [Feb. 18, 2013].
- Figueredo, J., R. Faure y J. Capdevilla. 2010b. Influencia del hierro de reserva y sérico en la anemia del ternero neonato. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. 11(4). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. [Feb. 18, 2013].
- Girard, C. and J. Matte. 1995. Gestation and lactation of dairy cows: a role for folic acid. Journal de Dairy Science. 78(2):404-411.
- Habich, G. 1992. Análisis de sangre de animales sanos como fuente de información para el manejo de rodeos lecheros. Producción Animal. 2:130-158.
- INFOSTAT. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Johnson, M. 1990. Iron: nutrition monitoring and nutrition, status assessment. Journal Nutrition.120:1486-1491.
- Lindt F. and Y. W. Blum. 1994. Ocurrance of iron deficiency in growing cattle. Journal Veterinary Medicine. 41:237-246.
- López, V. 1996. El terreno de lechería: su crianza y alimentación. TECNO VET, Año 2 N°1, marzo. Disponible en línea: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID. [Feb. 18, 2013]
- Merck & Co., US. 2003. The Merck veterinary manual: nutritional anemias. New Jersey, US. Consultado 03 junio 2011. Disponible en línea: <http://www.merckvetmanual.com>. [Feb. 18, 2013]
- Morales, G. y L. A. Pino. 2009. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la salud. Ed. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. 102 p.
- Paredes, L., V. Hidalgo, M. Capriles y T. Vargas. 2002. Variabilidad en la crianza de becerros en la ganadería de doble propósito en Sabaneta de Barinas, estado Barinas. Zootecnia Tropical. 20(1):69-82.
- Ramírez, L., E. Soto, L. Morillo y A. Díaz de Ramírez. 2001. Hematología y perfiles metabólicos en hembras periparturientas con predominio racial Carora. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volumen Especial.: 73-78.
- Ramírez, L., D. Torres, P. León, K. Aguaje, F. Sánchez y A. Díaz. 1998. Observaciones hematológicas en varios rumiantes tropicales. Revista Científica, FCV-LUZ. 8(2):105-112.
- Revelo, X. 2005. Efecto de la aplicación de Hierro Dextrán a terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus cruces sobre su crecimiento en las primeras siete semanas de vida. Trabajo especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano. Honduras. 15 p.

- Reece, W., P. Brackelsberg and D. Hotchkiss. 1985. Erythrocyte changes, serum iron concentration and performance following iron injection in neonatal beef calves. *Journal Animal Science*. 61:1387-1394.
- Ricard, A. 2001. Protocolo de valoración diagnóstica de la anemia normocítica. *Medicine*. 8(50):2659-2621.
- Sandoval, E., M. Barrios, G. Morales, O. Camacaro, L. Domínguez y O. Márquez. 2010. Clasificación morfológica de la anemia en vacunos mestizos de doble propósito criados en una zona de bosque seco tropical. *Zootecnia Tropical*. 28(4):535-544.
- Sandoval, E., D. Jiménez, O. Márquez, G. Morales y L. A. Pino. 2008. Manual para la toma y conservación de muestras biológicas con fines diagnósticos en rumiante. Ed. Fundación CIEPE. 44p.
- Sandoval, E. y S. Alfonso. 1998. Caracterización sanitaria de los sistemas de crianza de becerros, en fincas de doble propósito, en las áreas de Aroa y Bajo Tocuyo, Venezuela. *Veterinaria tropical* 23(1): 43-56.
- Sandoval, E., W. Montilla y D. Jiménez. 1997. Evolución de las parasitosis, hematología y crecimiento en becerros predestete en una finca de doble propósito ubicada en la unidad agroecológica ³I61 del valle de Aroa. *Veterinaria Tropical*. 22(2):101-118.
- Schalm O., N. Jain y E. Carrol. 1981. *Hematología Veterinaria*. 1^{ra} edición. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, 858 p.
- Steffen, D., H. Leipold and R. Schalles. 1993. Epidemiologic findings In congenital anemia, dyserythropoiesis, and dyskeratosis in polled Hereford calves. *The Journal of Heredity*. 84: 263-265.
- Underwood, E. 1991. Los minerales en la nutrición del ganado. 2a ed. Zaragoza, España. Acribia. 215p.
- Vásquez, M., S. Bertics, M. Luck and R. Grummer. 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal Dairy Science*. 77:1521-1528.
- Viamonte, M., H. Fajardo, G. Rondon, R. Quiñónez, L. García y E. Sánchez. 2001. Observaciones hematoquímicas en rebaños de vacas lecheras con frecuentes estados de anemia. *Revista de Producción Animal*. 13(1):83-86.

Nota Técnica

Efectos de la esplenectomía sobre el Número Total de Leucocitos y Proteínas Séricas Totales en becerros *Bos taurus*

Emir Espinoza^{*1}, Ana Álvarez² y Carmen Madrid³.

^{*1}Universidad Simón Rodríguez. Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT). Altos del Cují, carretera La Mariposa, calle Mara, San Antonio de los Altos estado Miranda. *Correo electrónico: espinozaemir@yahoo.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Unidad de Sanidad Animal. Maracay. Aragua. Venezuela.

³Ejercicio Libre.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio comparativo del número total de leucocitos (NTL) y proteína sérica total (PST) en becerros *Bos taurus* esplenectomizados vs no esplenectomizados, a ser utilizados como multiplicadores de agentes hemotrópicos. Seis se esplenectomizaron por el método quirúrgico convencional y los tres restantes se utilizaron como controles. Las determinaciones de las variables se realizaron durante un lapso experimental de cinco semanas, utilizando el hemocitómetro para la obtención del NTL y procedimiento colorimétrico comercial para análisis de PST y sus componentes (albúmina, globulinas y relación A:G). Los datos se agruparon en medias y fueron analizados mediante la prueba no paramétrica “U” Mann-Whitney. No hubo diferencias estadísticas al comparar las medias estudiadas. Los hallazgos obtenidos no permitieron expresar conclusiones definitivas sobre las variables estudiadas. El cociente A:G (0,6) sugirió producción de anticuerpos en los animales esplenectomizados.

Palabras clave: Becerros *Bos taurus*, esplenectomizados, respuesta inmunitaria.

Splenectomy effects on the total number leukocytes and total serum proteins total in calves *Bos taurus*

ABSTRACT

The aim of this study was to perform a comparative study of the total number of leukocytes (TLN) and total serum proteins (TSP) in *Bos Taurus* calves splenectomized vs non splenectomized, to serve as multipliers haemotropic agents. Six were splenectomized for conventional surgical methods and the remaining three were used as controls. The variables determinations were carried out during an experimental lapse of five weeks, using the hemocytometer for the obtaining of the TLN and commercial colorimetric method for analysis of SPT and its components (albumin, globulins and ratio A:G). The data grouped in means and they were analyzed of the non-parametric “U” Mann-Whitney. The comparison between means did not show any statistical differences. The findings did not allow definitive conclusions about variables studied. The ratio A:G (0.6) suggested the production of antibodies in animals splenectomized.

Key words: Calves *Bos taurus*, splenectomized, immune response.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los sistemas de explotación bovina son afectados negativamente por una serie de factores entre los cuales figuran las infecciones por hemotrópicos (Protozoos y Rickettsias), cuyas patologías inciden sobre el mejoramiento de la producción y productividad de los rumiantes generadores de proteínas esenciales para la alimentación del colectivo venezolano. Estas hemoparasitosis son interactivas y dependientes de factores tales como, condiciones inmunológicas, patogenicidad de los parásitos y entornos ambientales para la instauración de la enfermedad en particular (Barrios *et al.*, 2011; Meléndez, 1998).

Las enfermedades transmitidas por garrapatas (Babesiosis y Anaplasmosis) constituyen uno de los mayores retos para la salud y el manejo de los bovinos en Latinoamérica, y por ende en el país. En áreas endémicas tropicales y subtropicales, el ganado adaptado, ha desarrollado resistencia a los vectores y a los patógenos transmitidos por ellos; no obstante el mejoramiento genético de los biotipos bovinos tradicionalmente explotados, mediante el uso de razas *Bos taurus* presentan obstáculos dada la susceptibilidad de este tipo de animales a estos patógenos hemotrópicos (Engwerda y Meeusen, 2010; Shkap *et al.*, 2007).

Conocidas las limitaciones de las diversas medidas disponibles para controlar y tratar la anaplasmosis y babesiosis bovinas, el método de inmunización (vacunación) con parásitos vivos atenuados y cepas menos patógenas, se perfila en el momento actual, como un medio de control sustentable al estimular en el hospedador una posible inmunidad por un largo tiempo que puede abarcar el período de mayor productividad del Bóvido. A pesar de las desventajas de este tipo de vacunas vivas, no se visualiza en un tiempo perentorio de esta era post genómica, el desarrollo y mercadeo de vacunas recombinantes contra la anaplasmosis y babesiosis bovina (Reinbold *et al.*, 2010; Shkap *et al.*, 2007). En consecuencia, el uso de animales (bovinos jóvenes) experimentales esplenectomizados continúan siendo requerimientos esenciales para la implementación y producción de este tipo de inmunógeno (Shkap *et al.*, 2007; Lew y Jorgensen, 2005), a pesar de los avances en cultivos *in vitro* de estos hemoparásitos (Rojas *et al.*, 2011; Guillen y León, 2001).

Los becerros esplenectomizados experimentalmente (extracción quirúrgica del bazo) están inmunodeprimidos, comprometiéndose de esa manera la eliminación selectiva de los eritrocitos, la defensa inmunitaria y el almacenaje de las plaquetas (Reinbold *et al.*, 2010; Coetzee *et al.*, 2006); sin embargo, la deficiencia transitoria por ausencia de esta estructura linfática secundaria puede ser compensada en el caso de los bovinos, por los nódulos o ganglios hemolinfáticos, al poseer algunas similitudes anatómicas y funcionales con el bazo (Campal y Barreto, 2009; Bassan *et al.*, 1999).

Tomando en cuenta los criterios expresados por Barrios *et al.*, (2011) que al referirse a susceptibilidad y resistencia a noxas patógenas, como las generadas por parásitos y bacterias hemotrópicas, se deben considerar los mecanismos o elementos inflamatorios (respuesta inmunológica humoral y celular) generados por esos antígenos producidos o derivados de esos agentes extraños al hospedador bovino; se pretende reseñar en esta comunicación las observaciones preliminares obtenidas a través de un estudio comparativo del número total de leucocitos (NTL) y proteínas séricas totales (PST) entre bovinos *Bos taurus* esplenectomizados *vs* no esplenectomizados, a ser utilizados como multiplicadores de agentes hemotrópicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron para este estudio preliminar, nueve animales *Bos taurus*. Mediante el uso de la tabla aleatoria, seis (becerros) se adjudicaron para ser esplenectomizados (inmunodepresión) mediante acto quirúrgico convencional y los tres restantes sirvieron como controles. Ambas secciones experimentales fueron alojadas en ambientes separados. La alimentación consistió en el suministro de heno, alimento concentrado y agua *ad libitum*. La duración del experimento abarcó cinco semanas en los dos grupos de animales estudiados.

Las muestras sanguíneas fueron colectadas de la vena yugular durante las cinco semanas de la investigación. El conteo del número total de leucocitos (NTL) se efectuó mediante el uso del hemocitómetro, expresándose los resultados en gigas por litro ($g/L = 10^9/L$). Los sueros para la determinación de la proteína sérica total (PST) y la albúmina se procesaron dos veces por semana durante el lapso experimental, a través de un método colorimétrico convencional,

utilizando reactivos comerciales y señalándose los resultados en g/L. Los valores de las globulinas y la relación albúmina: globulinas se determinaron por fórmulas matemáticas (Matheus y Figueredo, 2004).

Los datos se agruparon en medias para ser analizados estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de “U” Mann-Whitney, con una significación máxima del 5% (Morales y Pino, 2009; Wiedenhorfer, 1993).

En cuanto a las consideraciones éticas, el procedimiento que se les realizó a los animales, cumplió con todas las condiciones y regulaciones de la Institución, para ensayo e investigaciones con especímenes mamíferos (MPPCYT, Código de Bioética y Bioseguridad, 2008)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como hipótesis de trabajo, se infirió la posibilidad que en los becerros esplenectomizados se produjera algún cambio en el NTL, por lo materializado en algunas informaciones científicas, las cuales señalan la presencia de diversas anormalidades inmunológicas después de las esplenectomías. Lo anterior, clínicamente se pudiera traducir en un mayor riesgo para la salud los animales intervenidos (Moreno, 2009; Ochoa *et al.*, 2003; Bassan, 1998).

La valoración de la media del número total de leucocitos (NTL) de los animales esplenectomizados y no esplenectomizados son mostrados en el Cuadro 1, donde se evidencia que los promedios obtenidos durante el ensayo experimental, oscilaron dentro de las cifras referenciales citadas para la especie (Cotter, 2001). Es notorio que en los animales controles, el promedio ($6,3 \times 10^9$) del NTL se ubicó ligeramente

por debajo del rango medio de referencia (8×10^9). Los becerros esplenectomizados no revelaron fluctuaciones indicativas de alteración en la cantidad del NTL (Cuadro 1), dado que sus valores mínimos y máximos se movieron dentro los límites inferiores y superiores de referencia. La comparación de las medias entre los grupos, no indicó diferencia significativa (Cuadro 1).

Los reportes científicos consultados, muestran suficientes testimonios que el bazo en diferentes animales y el hombre no es esencial para la vida (García, 2008; Bassan *et al.*, 1998). Las esplenectomías realizadas de forma experimental en animales o en humanos debidos a traumatismos abdominales, desencadenan modificaciones en los parámetros inmunológicos, citándose disminución de las inmunoglobulinas (IgG, IgM), de la respuesta primaria a antígenos, y de la respuesta de los linfocitos T (Moreno, 2009; Bassan *et al.*, 1998).

La posible explicación de no haber diferencia entre las medias en ambos grupos experimentales, puede ser sustentada por la conclusiones obtenidas por Mahmoud y Abou-Zeina (2008) y Bassan *et al.* (1999), quienes señalaron que otros órganos linfoides secundarios son capaces de realizar el papel suplementario en la función esplénica en bovinos jóvenes esplenectomizados, situación interesante a tomar en cuenta durante las inoculaciones experimentales de becerros inmunodeprimidos quirúrgicamente para la propagación de aislados y/o cepas de *Babesia* sp y *Anaplasma* sp en Venezuela. En el mismo orden de ideas, podemos indicar que los datos obtenidos en esta experiencia con la determinación del NTL, coinciden en parte con

Cuadro 1. Promedios del número total de leucocitos (NTL, gigas por litro¹) en los becerros esplenectomizados y sus controles.

Condición Fisiológica	Media	DE	Valor Mínimo	Valor Máximo
Esplenectomizados	8,5	2,8	5,5	11,8
No Esplenectomizados	6,3	0,1	6,2	6,4

¹ 10^9

los resultados señalados por Moreno (2009), quien trabajó con becerros esplenectomizados en Colombia.

En los Cuadros 2 y 3 se detalla el comportamiento de la concentración de PST y sus componentes cuando se trató de indagar en este estudio experimental, si la esplenectomía realizada en becerros *Bos taurus* producen o generan alteraciones en la concentración sanguínea de las mismas. Para el caso de las PST en los dos grupos de animales (esplenectomizados y controles), la media y los valores mínimos y máximos (Cuadro 2) variaron cercano a los rangos señalados por la literatura como normales para la especie (Cole; 1989; Kaneko, 1989), no evidenciándose a la comparación, diferencias estadísticas entre las medias de los dos secciones experimentales. Igualmente, en este estudio con respecto a los componentes de las PST, los resultados de las medias de la albúmina y las globulinas al ser comparadas, tampoco se encontraron diferencias estadísticas. La relación A:G osciló entre el límite inferior (LI, 0,6 g/L) y superior (LS, 0,9 g/L) citado por autores tales como Duncan y Prasses (2005) y Kaneko (1989).

CONCLUSIONES

Los hallazgos obtenidos en esta investigación, no permiten expresar conclusiones definitivas sobre las variables estudiadas. La comparación de las medias del NTL, PST, Albúmina y Globulinas no señaló diferencias estadísticas; no obstante se pudo observar en el grupo experimental esplenectomizado que la fracción de la globulinas aumentó ligeramente, lo cual podría sugerir producción de anticuerpos, situación que se refleja en el cociente A:G. Se recomienda profundizar este tipo de estudios, incluyendo la evaluación de otras variables y sus fracciones para confirmar o negar las observaciones aquí referidas.

LITERATURA CITADA

Barrios, M., E. Sandoval, O. Camacaro, D. Sánchez, L. Domínguez and O. Márquez. 2011. Leucograma y perfil proteico en becerros mestizos doble propósito, resistentes y susceptibles a la infestación natural por nematodos gastrointestinales. *Zootecnia Trop.*, 29(3): 363-372.

Cuadro 2. Promedios de las Proteínas Séricas Totales (PST, gramos por litro¹) en los becerros esplenectomizados y sus controles.

Condición Fisiológica	Media	DE	Valor Mínimo	Valor Máximo
Esplenectomizados	71	9	59	88
No Esplenectomizados	70	7	62	75

¹ g/L

Cuadro 3. Estimación de la Concentración Media¹ de la Albúmina, Globulinas y la Relación A:G en becerros esplenectomizados y sus controles.

Condición Fisiológica	Albúmina	Globulinas	Relación A:G
Esplenectomizados	26 ± 3	43 ± 1	0,6
No Esplenectomizados	29 ± 1	31 ± 1	0,9

¹ g/L

- Bassan, N., F. Vásquez, M. Vinuesa, P. Cerruti y S. Bernardi. 1999. Morphological alterations in hemal nodes in splenectomized cattle. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 51(5): 445-448.
- Bassan, N., M. Vinuesa, F. Pérez, S. Roma, S. Bernardi and M. Lagruta. 1998. Mastocitos azul alciano positivos en la mucosa del ciego de conejos normales y esplenectomizados, sensibilizados y desafiados con ovoalbúmina. *Analecta Veterinaria.* 18(1/2): 15-20.
- Campal, A y G. Barreto. 2009. *Inmunología Veterinarias.* Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Centro de Estudio para el Desarrollo de la Producción Animal. Camaguey. Cuba.
- Cole, E. 1989. *Diagnóstico y Patología en Veterinaria.* 4^a ed. Interamericana-Mcgraw-Hill. México.
- Coetzee, J, M. Apley and K. Koncan. 2006. Comparison of the efficacy of enrofloxacin, imidocarb, and oxytetracycline for clearance of persistent *Anaplasma marginale* infections in cattle. *Vet. Therap.* 7(4): 347-360.
- Cotter, S. 2001. *Hematology.*Teton NewMedia. Wyoming.
- Engwerda, C and E. Meesusen. 2010. Parasites and the immune system: a perspective from down under. *Parasite Immunol.*32: 529-531.
- Duncan y Prasses. 2005. *Patología Clínica Veterinaria.* 4^a ed. Multimédica. España.
- García, M. 2008. Fisiopatología del bazo e indicaciones de la esplenectomía. España. Universidad de Málaga. Disponible en línea: www.cirurgiadelaobesidad.net/http://ww [Julio 10, 2012].
- Guillen, A y E. León. 2001. Cultivo in vitro de *Babesia bovis* bajo diferentes condiciones de manejo. *Veterinaria Trop.*26(2): 89-108.
- Kaneko, J. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.*4th ed. Academic Press. San Diego. USA.
- Lew, A and W. Jorgensen. 2005. Molecular approaches to detect and study the organisms causing bovine tick borne diseases: babesiosis and anaplasmosis. *African Journal of Biotechnology.* 4(4): 292-232.
- Mahmound, M and H. Abou-Zeina.(2008). Current state in the serological diagnosis of babesiosis and haematological changes in splenectomised buffaloes.*Global Vet.* 2(5): 271-281.
- Matheus, N y A. Figueiredo. 2004. Peso corporal: su relación con la concentración sérica de proteínas, lípidos y glucosa en cabras mestizas criollas. *Gaceta de Ciencias Veterinarias.* 9(2): 38-43.
- Mélendez, R. 1998. Revisión integral de los factores epidemiológicos que inciden en la relación *Boophilusmicroplus* – Bovino – *Babesiaspp.* *Rev. Cient. FCV-LUZ.* 8(1): 25-34.
- Morales, G y L. Pino. 2009. *Estadísticas no paramétrica aplicada a las Ciencias de la Salud.* Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Moreno, N. 2009. Valoración clínico hematológica de bovinos pre y post esplenectomía y post inoculación con una dosis patógena de *Babesia bovis*. Tesis pregrado. Programa Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Universidad de la Salle. Bogota. Colombia.
- MPPCYT-FONACIT. 2008. *Código de Bioética y Bioseguridad.* 3^{ra} ed. Venezuela.
- Ochoa, J., M. Di Silvio., A. Lichtiger., L. Padilla y T. Billiar. 2003. Efectos de las citosinas esplénicas sobre la función hepatocelular: La esplenectomía disminuye la producción hepática de óxido nítrico. *Rev. Especialidades Médico Quirúrgicas.* 8(3): 47-51.
- Reinbold, J., J. Coetzee, L. Hollis, J. Nickell, C. Riegel, J. Christopher and R. Ganta. 2010. Comparison of iatrogenic transmission of *Anaplasma marginale* in Holstein steers via needle and needle-free injection techniques. *Am. J. Vet. Res.* 71(10): 1178-1187.
- Rojas, E., J. Mosqueda, J. Álvarez, R. Hernández, J. Ramos, C. Rojas, C. Vega y J. Figueroa. 2011. Transmisión de cepas atenuadas de *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* por garrapatas *Rhipicephalus(Boophilus) microplus.* *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 2(3): 267-281.

Shkap, V., A. de Vos., E. Zwegarth and F. Jongejan. 2007. Attenuated vaccines for tropical theileriosis, babesiosis and heartwater: the continuing necessity. *Trends in Parasitology*. 23(9): 420-426.

Wiedenhofer, H. 1993. Pruebas no paramétricas para las ciencias agropecuarias (muestras pequeñas). Pub: FONAIAP. Serie A. Maracay, Venezuela.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES DE ZOOTEENIA TROPICAL

ZOOTEENIA TROPICAL publica trabajos inéditos y originales en las áreas de producción, salud, genética, reproducción, pastos y forrajes, acuicultura marítima y continental, tecnología de alimentos de origen animal y desarrollo rural utilizando especies de interés zootécnico, generados de trabajos de investigación utilizando metodologías tradicionales, participativas o de investigación desarrollo. relacionados con el trópico y preferiblemente orientados a contribuir al desarrollo agropecuario sustentable de los países menos desarrollados. La revista publica tres categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas y Revisiones Bibliográficas. Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués, con un resumen en inglés y en español.

Los Artículos Científicos deberán ser innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable. El trabajo debe incluir las siguientes secciones: Introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, literatura citada y agradecimientos de ser considerado por el autor o autores.

Las Notas Técnicas deben ser breves, consistiendo en innovaciones tecnológicas, modificaciones a técnicas, informes de casos de interés en particular, preliminares de trabajos y/o estudios en desarrollo que por sus resultados ameriten divulgar la información. El texto tendrá las mismas secciones del Artículo Científico. El mismo no deberá de exceder de ocho páginas.

Las Revisiones Bibliográficas deberán ser artículos acerca de temas, que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieran de una visión más completa a fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. Estos serán solicitados a especialistas de reconocidos trayectoria profesional y aporte en los temas requeridos.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

PRESENTACIÓN

Los manuscritos deben enviarse de manera digital vía Internet utilizando para tal fin el sistema de publicaciones del INIA ubicado en la siguiente dirección electrónica www.inia.gob.ve. Los manuscritos deben escribirse utilizando preferiblemente Open Office Writer o en su defecto Microsoft Office Word en cualquiera de sus versiones recientes. Utilizando letra Times New Roman en tamaño 12. Los Cuadros o tablas deben ser solamente los necesarios, ilustrativos y concisos, contando con los datos precisos para que sean autosuficientes. La letra de los Cuadros o tablas debe ser tamaño 10 y deben estar insertos en el texto del manuscrito. Las figuras o gráficas deben realizarse de preferencia en Open Office Calc o en su defecto en Microsoft Office Excel y deberán enviarse en archivo complementario, sin embargo el autor deberá señalar en el texto del manuscrito la ubicación sugerida para cada gráfica.

Sólo se incluirán fotos cuando las mismas sean indispensables para explicar los resultados obtenidos. Estas serán enviadas en archivo complementario y deberán estar en formato JPG o Tiff y tener una resolución mínima de 150 DPI y máxima de 600 DPI

Todas las líneas de cada página deben estar numeradas. Así mismo, cada página debe estar numerada en la parte superior derecha

Los originales de Artículo Científico y Nota Técnica deberán contener los elementos que a continuación se indican escribiéndose en letras mayúsculas, cerradas y en negritas:

Título: No debe exceder de dos líneas sin puntos, excepto cuando exista alguna subdivisión del mismo.

Autor (es): Dos líneas abajo del título debe(n) aparecer el (los) autores del mismo indicando nombre y apellido.

Institución y dirección: Dos líneas debajo del (los) autor (es), identificar la afiliación institucional y dirección postal.

Dirección electrónica: En la misma línea anterior, colocar el correo del autor con quien se establece la correspondencia.

Resumen: Debe ser un bloque de 300 palabras máximo, sin punto y aparte.

Palabra Clave: Máximo seis.

Título en inglés

Abstract: El abstract debe consistir en una traducción fiel y exacta del resumen en español, con las mismas instrucciones señaladas para este último.

Key words: Traducción al inglés de las palabras claves.

Introducción: No deberá exceder de dos páginas, cuyo contenido deberá expresar la importancia del tema a tratar y finalizar estableciendo el objetivo del trabajo.

Materiales y Métodos: Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento y/o metodología. Debe incluir igualmente cuáles fueron los métodos estadísticos del análisis. En investigación de campo, deberá incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Las cifras menores de diez (10) deben escribirse y las mayores a ésta se enumeran. Excepto cuando en una misma frase aparecen cantidades de un dígito y otras de varios dígitos; en este caso todos se expresarán en números.

Resultados y discusión: Pueden ir en conjunto o separados. No deberá exceder de ocho páginas, excluyendo los cuadros, figuras y/o fotografías. La discusión debe finalizar con un comentario resaltando la importancia de los resultados obtenidos.

Conclusiones: Deben ser concisas y concretas.

Agradecimientos: Un párrafo optativo, si es necesario.

Literatura citada: Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma. No se aceptan como referencias bibliográficas informes personales o artículos de prensa.

Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por la letra "y"; para el caso de tres o mas autores, se citara el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis. De igual forma se puede colocar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.*, y el año respectivamente.

Las referencias bibliográficas deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Para ello, a continuación se indican algunos ejemplos:

Revista (Artículo publicado)

Sanabria D., J. G. Farias, U. Manrique, Z. Flores e Y. Reina. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar. *Zootecnia Trop.*, 13(1): 63-76.

Revista (Artículo aceptado, pero no publicado)

Valle A. 1996. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holsteinsobre el proceso adaptativo. VI. Componentes de la leche. *Zootecnia Trop.*, 14(1): En prensa.

Suplemento de revista

Leng R. A. 1993. Overcoming low productivity of ruminants in tropical developing countries. *J. Anim. Sci.*, 71(Supl. 1): 284.

Libro

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición Animal*. 7^{ma} ed. McGraw-Hill, México.

Capítulo de libro

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. En Toledo J. M. (Ed.). *Manual para la Evaluación Agronómica*. R.I.E.P.T. – CIAT, Cali, Colombia, pp 91-110.

Congresos, simposio, reuniones y/o Memorias

Bracho M., O. Abreu y A. Del Villar. 1992. Influencia del paso al parto sobre la producción de leche en vacas doble propósito. *Resúmenes I Jornadas Técnicas FONAIAP*, Maracaibo, Venezuela. p.612.

Espinoza F., Y. Díaz, P. Argenti, E. Perdomo y L. León. 1998. Estudios preliminares del género *Pachyrhizus* DC. En Venezuela. En Sorensen M., J. Estrella, O. Hamann y S.A. Ríos (Eds.) *Proc. 2nd International Symposium on Tuberous Legumes*. Celaya, Guanajuato, México. pp.139 - 154.

Tesis y Trabajos de Ascensos

Noguera E. 1985. Evaluación del conocimiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una Estación Experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de Maestría en Ciencias. UCV - FCV, Maracay, Venezuela.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986 – 1990. Trabajo de Ascenso LUZ, FCV, Maracaibo, Venezuela.

Revistas y otras fuentes electrónicas

Las referencias electrónicas deben estar respaldadas por instituciones científicas. En tales casos, estas referencias deben incluir: autores, año, título, lugar de origen e institución que la respalda, dirección electrónica y fecha de consulta. No se aceptan como referencias documentos que provengan de casas comerciales o paginas Web privadas.

McCullum T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. Disponible en línea: <http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf> [Octubre 15,1997].

Publicaciones misceláneas

Argenti P. Y F. Espinoza. 1993. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*. Pub. FONAIAP. Serie B, Maracay, Venezuela.

El autor principal o el responsable de la correspondencia con el Editor debe hacer constar en la hoja de remisión del trabajo que se encuentra al final de estas instrucciones, que el artículo enviado es original e inédito y que cada autor está en conocimiento de la veracidad del artículo y de la intención de publicarlo.

Una vez aceptado el manuscrito se le enviará la comunicación oficial de aceptación, con la ubicación relativa donde será incluido en la revista ZOOTECNIA TROPICAL.

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