



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

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214
ISSN: 0798 - 7269
AÑO 29 VOL. 29 No. 3 2011

ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

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

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

ISSN: 0798- 7269

Dep. Legal: pp. 198302AR214

INDIZACIÓN

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

Se acepta el intercambio con otras revistas

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

Toda correspondencia debe dirigirla a:

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

Direcciones electrónicas:

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

COMITÉ *Ad hoc*

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

BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to Scientific Reviewers

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

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

Valor de la subscripción:

Venezuela Bs F. 65,00 un año.

Exterior: US \$ 75.00 one year.

Ejemplar: Bs F: 15,00.

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

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL**

Dr. Yván Gil
Presidente

Dr. Orlando Moreno
Gerente General

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

Econ. Jonathan Coello
Gerente de Producción Social

COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Luís Dickson
Editor Jefe

Lic. Mónica González
Editora Asistente

T.S.U. Ana Briceño
Secretaria

EDITORES ASOCIADOS

Sección Fisiología y Reproducción

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

Sección Sanidad

Dr. Nestor E. Obispo (INIA)

Sección Pasto y Forrajes

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

Sección Piscicultura y Acuicultura

Dr. José Alió (INIA)

Sección Nutrición

Dra. Susmira Godoy (INIA)

Sección Genética

Ing. MSc. Freddy Espinoza (INIA)

CONSEJO ASESOR

Dr. Carlos Lascano (Colombia)

Dra. Alicia Rabasa (Argentina)

Dr. Lee McDowell (EEUU)

Dr. Julio Lee (Cuba)

Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)

Dr. Armando Fuentes (Venezuela)

Dr. Rainer Schultze- Kraft (Alemania)

Dr. Manuel Fondevilla (España)

Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)

Dr. Rony Tejos (Venezuela)

Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)

MSc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dra. Josefina Cobellas (Venezuela)

TABLA DE CONTENIDO Vol. 29 N° 3

Artículos Científicos

- Magaño H., Briones F., Lucero F., Hernández J., Castillo S. y Martínez J.
Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca
Potosina, México 225
- Lanza V., Martínez I., Vallenilla O., Márquez J, González A., Gamboa J. y Alió J.
Elementos traza detectados por plasma inductivamente acoplado (ICP) en pepitonas,
Arca zebra (Mollusca, Arcidae) de dos localidades costeras del estado Sucre, Venezuela 261
- Muñoz C., Magaña-Magaña M., Lara-Lara P., Ugalde J., Ortiz J. y Sanginés-García J.
Comportamiento productivo en cerdas gestantes suplementadas con morera (*Morus alba*) 273
- Borges J., Bastardo Y., Sandoval E., Barrios M. y Ortega R.
Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de caña
de azúcar (*Saccharum spp*) 283
- Botero L. y De La Ossa J.
Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*)
en ganado vacuno de doble propósito 293
- Medina M., García D., Moratinos P., Clavero T. e Iglesias J.
Macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles con *Morus alba*, *Leucaena leucophala*
y pastos 301
- Barrios M., Sandoval E., Camacaro O., Sánchez D., Domínguez L. y Márquez O.
Leucograma y perfil proteico en becerros mestizos doble propósito, resistentes y susceptibles
a la infestación natural por nemátodos gastrointestinales 313
- Licet B., Arrieche D., Freitas L., Lodeiros C. y Acosta A.
Influencia del ciclo reproductivo y de los parámetros ambientales sobre los sustratos
energéticos en las gónadas del mejillón marrón *Perna perna* L. (1758), en el Mar Caribe
(Nororiente de Venezuela)..... 323
- Márquez A., Lodeiros C., Semidey D., Carpio M., y Graziani C.
Crecimiento y supervivencia de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* Röding 1798 bajo
diferentes sistemas de confinamiento en cultivo Suspendido 337
- Rodríguez-Parilli S. y Rondón-Graterol M.
Abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *Waltheria americana* L. (Sterculaceae) en área
agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela 395
- Méndez Y., Perdomo D., Andrade G., García D. y Valecillo R.
Evaluación del rendimiento en el canal y del fileteado de la Cachama (*Colossoma*
macropomum) 361
- Instrucciones al autor 371

TABLE OF CONTENTS Vol. 29 N° 3

Scientific Articles

Magaño H., Briones F., Lucero F., Hernández J., Castillo S. y Martínez J. Strategies to increase the production of beef of hair sheep from the Huasteca Potosina, Mexico	225
Lanza V., Martínez I., Vallenilla O., Márquez J, González A., Gamboa J. y Alió J. Trace elements detected by Inductively Coupled Plasma (ICP) in Turkey wing, <i>Arca zebra</i> Mollusca, Arcidae) from two coastal locations of Sucre State, Venezuela	261
Muñoz C., Magaña-Magaña M., Lara-Lara P., Ugalde J., Ortiz J. y Sanginés-García J. Productive behavior of pregnant sows supplemented with <i>Morus alba</i>	273
Borges J., Bastardo Y., Sandoval E., Barrios M. y Ortega R. Effect of the urea addition and type of fermentation in the sugarcane silage stability	283
Botero L. y De La Ossa J. Supplementary consumption of saline ensilage of mature fruits of Totumo (<i>Crescentia cujete</i>) in dual purpose cows	293
Medina M., García D., Moratinos P., Clavero T. e Iglesias J. Edaphic macrofauna in silvopastoral Systems with <i>Morus alba</i> , <i>Leucaena leucophala</i> and grasses	301
Barrios M., Sandoval E., Camacaro O., Sánchez D., Domínguez L. y Márquez O. Leucogram and protein profile in dual purpose crossbred calves, resistant and susceptible to natural infection by gastrointestinal nematodes	313
Licet B., Arrieche D., Freitas L., Lodeiros C. y Acosta A. Influence of the reproductive cycle and environmental parameters on energetic substrates in the gonads of the brown mussel <i>Perna perna</i> L. (1758), in the Caribbean Sea, (Northeastern of Venezuela)	323
Márquez A., Lodeiros C., Semidey D., Carpio M., y Graziani C. Growth and survival of the pearl oyster <i>Pinctada imbricata</i> Röding 1798 under different systems of confinement in suspended culture	337
Rodríguez-Parilli S. y Rondón-Graterol M. Bess (Hymenoptera: Apoidea) visitors of <i>Waltheria americana</i> L. (Sterculaceae) in Rómulo Gallegos University's agricultural area, Guárico, Venezuela	395
Méndez Y., Perdomo D., Andrade G., García D. y Valecillo R. Carcass and filleting yield in Cachama (<i>Colossoma macropomum</i>)	361
Instrucciones al autor	371

Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca Potosina, México

Humberto Lucero Magaña¹, Florencio Briones Encinia², Froylán Andrés Lucero Magaña², Javier Hernández Meléndez², Sonia Patricia Castillo Rodríguez² y Juan Carlos Martínez González^{2*}

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 160. Carr. Xoloc-Tamuín km 27. AP. 17. Tampamolón Corona, San Luis Potosí, México.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. AP. 189. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

*Correo electrónico: jmartinez@uat.edu.mx.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el peso al nacer (PN) y al destete (PD) de corderos Blackbelly (BB) y cruzados Katahdin x BB (KB) en un rebaño mantenido bajo condiciones de pastoreo y suplementación en la Huasteca Potosina. El trabajo se realizó en la finca “Barrancón” municipio de Tanlajás, San Luis Potosí, México. El clima está clasificado como cálido subhúmedo con una precipitación y temperatura media anual de 1.678,5 mm y 24,5°C, respectivamente. La finca cuenta con praderas de *Cynodon dactylon* y *Cynodon nlemfuensis*, se utilizaron 100 borregas primalas BB, con un peso promedio de 23 kg, dos machos KK y dos BB. Las borregas fueron asignadas a dos tipos de alimentación (solo pastoreo y pastoreo + suplementación de 250 g de concentrado) y a machos de dos razas (KK y BB). Las crías se pesaron al nacer y al destete en una báscula romana, las variables de PN y PD fueron estudiadas por medio de un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2. Las medias de PN y PD fueron $2,74 \pm 0,74$ y $11,4 \pm 0,4$ kg, respectivamente. La raza del semental solo afectó ($P < 0,01$) el PN. Las crías de machos KK pesaron 11,2% más que las de BB. Los corderos de ovejas que recibieron suplementación pesaron 16,4% más al destete, mientras que los corderos KB fueron 1,4% más pesados al destete, sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$). Se concluye que es necesario evaluar al sistema de producción en su conjunto para determinar el impacto económico de la introducción de razas mejoradas y el nivel de suplementación.

Palabras clave: ovinos de pelo, peso al nacer, peso al destete, suplementación.

Strategies to increase the production of beef of hair sheep from the Huasteca Potosina, Mexico

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the birth (BW) and weaning weights (WW) of Blackbelly (BB) lambs and its Katahdin crosses (KK) x BB (KB) in a flock kept under grazing conditions and supplementation from Huasteca Potosina. The work was carried out in the “Barrancón” farm located at Tanlajas, San Luis Potosi, Mexico. The climate is classified as warm sub-humid with an average precipitation and annual temperature of 1,678.5 mm and 24.5°C, respectively. The farm has padlock of *Cynodon dactylon* and *Cynodon nlemfuensis*. One hundred BB ewes were used, with an average weight of 23 kg, with two KK and two BB males. They were assigned to a 2 (feeding) by 2 (parental breed) factorial arrangements. The feeding types were single grazing, and grazing plus 250 grams of protein supplementation, and the parental breeds were BB and KK. The lambs were weighed at born and weaning in a roman scale. Analysis of variance was carried out by least square methods. The averages at BW and WW were 2.74 ± 0.74 and 11.4 ± 0.4 kg, respectively. The breed affected only the birth weight ($P < 0.01$) with the lambs sired by KK weighting 11.2% more than the BB's ones. The lambs that received

supplementation weighed 16.4% more at weaning, while the KB sired lambs were 1.4% heavier than BB's at weaning ($P>0.05$). It is concluded that BB produce heavier lambs at birth, but further analysis need to be carried out to study the economic and sheep production system implication under the conditions of the present trail.

Keywords: hair sheep, birth weight, weaning weight, supplementation.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la ovinocultura dejó de ser una actividad de traspatio para convertirse en una de las actividades pecuarias más rentables, los ovinos de pelo son adecuados para utilizarse en los trópicos debido a su rusticidad y buena adaptación a las condiciones ambientales. En México, los ovinos de pelo (Pelibuey, Saint Croix y Blackbelly), se ubican en las zonas tropicales de las regiones costeras del Golfo de México y del océano Pacífico y en algunos estados del centro del país (Arteaga, 2003). Estos ovinos tienen una fertilidad mayor que los ovinos de lana de las regiones templadas (Cruz, 1994), pero sus índices productivos son menores. Resultados de varios estudios (Estrada *et al.*, 2004; Puga *et al.*, 2005; Puga *et al.*, 2007) en regiones del trópico mexicano mencionan que el peso al nacimiento (PN) está en el rango de 1,93 a 3,53 kg, mientras que los pesos al destete (PD) van de los 11,95 a 14,05 kg (Bores *et al.*, 2002; González *et al.*, 2002; Bonilla *et al.*, 2003; Loya *et al.*, 2003).

Una alternativa para elevar estos índices de crecimiento, es el uso de razas mejoradas (Lara, 2003), recientemente se han introducido animales de razas especializadas en la producción de carne como Dorper, Charolais y Katahdin, estas razas han logrado incrementar la producción de carne de las razas nativas del trópico mexicano (Vergara *et al.*, 2006).

La capacidad de un cordero para crecer está dada por su potencial genético, lo cual, combinado con la producción láctea y el instinto maternal de la oveja, aseguran la sobrevivencia y el crecimiento del mismo hasta el destete. Rabiza (1994), señaló que la eficiencia en las explotaciones ovinas dependen de tres aspectos fundamentales en los que se tienen que enfocar toda la investigación: tasa reproductiva, crecimiento del cordero y la calidad del canal.

Asimismo, otra alternativa para mejorar la producción de carne en los ovinos de pelo es la alimentación. La alimentación merece especial

atención, ya que en la zona tropical la mayoría de los ovinos, pertenecen a productores con escasos recursos económicos (traspatio) donde muchas veces la alimentación se basa en plantas nativas y algunos forrajes. Sólo una parte de los ovinos esta con productores que utilizan tecnología y una alimentación adecuada. Esto obliga a que los programas de alimentación deberán planearse desde varios puntos de vista para atender factores como: tipo y objetivos de la explotación; razas utilizadas; tipo de animal a alimentar (sexo, edad, peso, etapa fisiológica, etc.); costos de los insumos y obviamente la disponibilidad de ingredientes.

Dentro de este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de corderos de ovejas de pelo en condiciones de trópico subhúmedo. Asimismo, analizar el efecto de la raza paterna y la suplementación preparto y postparto sobre el peso al nacer y al destete de corderos de pelo mantenidos bajo condiciones de pastoreo y suplementación con concentrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se llevó a cabo en la finca "Barrancón", municipio de Tanlajás, San Luis Potosí, México, localizado geográficamente a 21° 40' LN, 98° 53' LW y a 158 msnm. El clima está clasificado como Aw que es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación y temperatura media anual son de 1.678,5 mm y 24,5°C, respectivamente (SMN, 2009).

La finca cuenta con 47,5 ha, de las cuales 20 ha están sembradas con pasto Bermuda Cruza Uno (*Cynodon dactylon*) y 21 ha con Estrella Mejorado (*Cynodon nlemfuensis*) que se utilizan a través del pastoreo rotacional.

La finca cuenta con corrales divididos con tela borreguera, equipados con comederos, bebederos y cobertizo para proteger a los animales de las inclemencias del tiempo.

Para la presente investigación se utilizaron 100 borregas de primer parto de la raza Blackbelly (BB),

con un promedio de peso de 23 kg, además de cuatro sementales dos BB y dos Katahdin (KK). Todos los animales se identificaron con aretes de plástico en la oreja, al principio se aplicó la bacterina toxoide para la prevención de clostridios y pasterelas, se desparasitaron con Ivermectina® y Closantel® y se aplicaron baños garrapaticidas y mosquicidas cada tres semanas.

Las ovejas se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos (n = 25) para asignarles uno de los siguientes tratamientos: T1 = Macho BB, pastoreo y 250 g de suplemento (Cuadro 1); T2 = Macho BB y pastoreo; T3 = Macho KK, pastoreo y 250 g de suplemento; y T4 = Macho KK y pastoreo. Las ovejas pastorearon durante el día (08:00 a 17:00 h) y por las tardes se suministró el suplemento.

Las borregas se pesaron al inicio del proyecto, al parto y al destete en una báscula romana con un arnés adaptado, además, se evaluó la condición corporal (escala 1 a 4); las crías se pesaron al nacimiento y al destete (60 días). Los pesos fueron ajustados por sexo y número de crías al parto.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 (Martínez, 1996), utilizando el peso al parto y la condición corporal al parto de la ovejas como covariables sobre PN y PD, además para esta última variable también fue considerado el PN como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio la media general para peso al nacimiento (PN) fue de $2,74 \pm 0,74$ kg. En el Cuadro 2 se presenta el análisis de varianza para PN donde se puede apreciar que la raza del semental, el peso al parto y la condición corporal al parto de la oveja, afectaron significativamente ($P < 0,01$) el PN. No se observaron efectos ($P > 0,05$) de la suplementación y la interacción raza del semental x suplementación. El peso al nacer encontrado en este estudio es similar al publicado por varios autores (Bores *et al.*, 2002) para corderos de razas de pelo. Pero inferior al de otros estudios (Montalvo *et al.*, 2001; Bonilla *et al.*, 2003; Ávila *et al.*, 2005; Puga *et al.*, 2007).

En el Cuadro 3 se presentan las medias de peso al nacer de acuerdo a la raza del semental y la

Cuadro 1. Alimentos utilizados para la preparación del suplemento.

Alimento	Proporción	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Energía Metabolizable (kcal/kg)
Sorgo grano	47	88	5,28	144,0
Soya harina	9	90	4,32	29,7
Paja de Estrella	35	95	1,98	46,2
Melaza	7	75	0,32	20,8
Urea	1	100	2,80	0,0
Minerales	1	100	0,00	0,0
Total	100	648	14,70	2.800,0

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso al nacer y al destete de corderos hijos de sementales Katahdin y Blackbelly y cuyas madres estaban con y sin suplementación.

Fuente de Variación	Peso al Nacer		Peso al Destete	
	GL	CM	GL	CM
Raza del semental	1	4,132**	1	3,270ns
Suplemento	1	1,001ns	1	8,991ns
Raza x suplemento	1	0,675ns	1	4,011ns
Peso inicial al parto	1	5,030**	1	7,793ns
Condición corporal al parto	1	2,340**	1	8,986ns
Peso al nacer			1	141,861**
Error	86	0,4018	72	3,778
Coeficiente de variación	23,14		17,08	

GL = Grados de Libertad; CM = Cuadrados Medios; ** ($P < 0,01$); ns = no significativo

Cuadro 3. Medias de peso al nacimiento y destete de corderos hijos de sementales Katahdin y Blackbelly y cuyas madres estaban con y sin suplementación.

Raza del semental	Peso al nacer			Peso al destete		
	Con (kg) suplementación	Sin (kg) suplementación	Total (kg)	Con (kg) suplementación	Sin (kg) suplementación	Total (kg)
Blackbelly	2,80	2,42	2,59a	12,47	10,11	11,29
Katahdin	3,17	2,58	2,88b	12,00	10,90	11,45
Total	2,99	2,50	2,74	12,23	10,51	11,37

a, b son diferentes $P < 0,01$

suplementación, se puede observar que en general los corderos hijos de sementales KK fueron más pesados (290 g; $P < 0,01$) que los corderos BB. De igual modo, los corderos hijos de ovejas con suplementación pesaron 490 g más al nacimiento, sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$).

En este estudio la raza del semental afectó el PN, resultados similares fueron mencionados por Puga *et al.* (2007) quienes encontraron que los pesos al nacer de corderos F_1 (Katahdin x Pelibuey) y F_1 (Dorper x Pelibuey) fueron 3,71 y 3,65 kg, respectivamente. Por su parte, Bores *et al.* (2002), encontraron pesos al nacer de 2,94, 3,12 y 3,22 kg en ovinos de pelo Blackbelly y sus cruza con Dorset, Suffolk y Hamshire, respectivamente. De igual modo, Montalvo *et al.* (2001), reportaron pesos superiores a los de este experimento en corderos cruzados Pelibuey x Dorper y Pelibuey x Katahdin con valores de 3,39 y 3,53 kg, respectivamente. En general la superioridad de los corderos cruzados se puede deber a la expresión del vigor híbrido, sin embargo, se está utilizando una raza seleccionada para la producción de carne. En la literatura (Bores *et al.*, 2002; Bonilla *et al.*, 2003; Berumen *et al.*, 2005; Vergara *et al.*, 2006), se señala que la raza afecta el peso al nacer, los corderos Katahdin x Blackbelly expresaron el vigor híbrido del cruzamiento.

Por consiguiente, no se observaron diferencias significativas debido al efecto del suplemento sobre el PN, probablemente porque la pradera se encontraba en buenas condiciones y fue suficiente para satisfacer las necesidades de materia seca, proteína y energía por parte de las ovejas. Además, la demanda de nutrientes por parte de los corderos en esta fase es relativamente baja. Durante muchos años se ha considerado que la suplementación bajo condiciones de pastoreo no es rentable debido a la baja respuesta. No obstante, debido al efecto sustitutivo la respuesta es baja si se

le considera a nivel individual, pero si se le considera por unidad de área, puede resultar atractiva.

Por otro lado, la media de peso al destete (PD) fue $11,37 \pm 0,38$ kg. No se observaron efectos ($P > 0,05$) de ninguna de las variables estudiadas excepto para PN ($P < 0,01$) que se utilizó como covariables (Cuadro 2). En el Cuadro 3, se puede apreciar que los corderos hijos de sementales KK fueron más pesados (160 g) que los corderos hijos de BB. Al igual que en PN, el efecto de la suplementación no modificó significativamente ($P > 0,05$) el PD, sin embargo, los corderos de ovejas con suplementación pesaron 1,73 kg más al destete (Cuadro 3).

El PD encontrado en este estudio fue similar al reportado por Bores *et al.* (2002), dichos investigadores reportaron pesos de $12,0 \pm 0,4$, $12,6 \pm 0,4$ y $13,8 \pm 0,5$ kg para ovinos de pelo F_1 (Blackbelly x Pelibuey) y sus cruza con Dorset, Suffolk y Hamshire, respectivamente. Sin embargo, fue menor al encontrado por Bonilla *et al.* (2003), quienes mencionaron pesos de 14,3 kg para corderos de razas Dorper y Katahdin con ovinos de Pelibuey. Asimismo, otros investigadores (González *et al.*, 2002; Estrada *et al.*, 2004; Loya *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2005), citan pesos mayores a los de este experimento.

Por otra parte, no se tuvo efecto ($P > 0,05$) de la raza del semental, lo que coincide con los resultados obtenidos por Bores *et al.* (2002), González *et al.* (2002) y Bonilla *et al.* (2003) quienes señalaron que la raza no afectó el desempeño de los corderos al destete. No obstante, los corderos hijos de ovejas suplementadas fueron más pesados al destete, pero sin diferencias significativas ($P > 0,05$). Se ha logrado comprobar mediante trabajos de investigación que diversos factores nutricionales tienen influencia sobre los procesos reproductivos. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones se han concentrado sobre las últimas etapas de la gestación, debido a la

importancia de la toxemia de la preñez en las ovejas, supervivencia y crecimiento de los corderos. Las ovejas bien alimentadas no siempre generan un mayor número de corderos nacidos.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la utilización de sementales Katahdin representa una alternativa para producir corderos con mejores índices de crecimiento. Asimismo, es necesario evaluar el efecto del suplemento en etapas más avanzadas cuando la demanda de nutrientes por parte de los corderos sea mayor. Si bien se han formulado varias definiciones respecto a las condiciones que llevan a emplear la suplementación, en realidad la definición es muy sencilla: se debe suplementar siempre que al emplearse alimento suplementario se aumente el ingreso neto.

LITERATURA CITADA

- Arteaga, C. J. D. 2003. La industria ovina en México. Memoria Simposium de Ovinos. SAGARPA, INIFAP, Fundación Hidalgo PRODUCE, AMCO, FIRA. Pachuca, Hidalgo, México. pp. 1-9.
- Ávila, O. J. G., R. Rangel, L. de la Cruz, C. Sánchez y A. E. Coronel. 2005. Comportamiento productivo del nacimiento al destete en corderos de tres razas exóticas en México. Memorias XLI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Morelos, México. 188 p.
- Berumen, T. C., E. Santamaría y J. Morales. 2005. Análisis preliminar de la utilización de razas pesadas de ovinos en cruza terminales para la producción de carne en el estado de Tabasco. Memorias IV Seminario de producción de ovinos del Trópico Villahermosa, Tabasco, México. pp. 92-97.
- Bonilla, T. G., E. S. Aguilar, J. E. Ortega y H. G. Torres. 2003. Crecimiento predestete de corderos Pelibuey y F1 Kathadin x Pelibuey en condiciones tropicales. Memorias XII Congreso de producción Ovina. Tulancingo, Hidalgo, México. S/P.
- Bores, Q. R. F., P. A. Velásquez y M. Heredia. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc. Pecu. Méx.*, 40(1): 71-79.
- Cruz, L. C. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. México* 25(1): 23-27.
- Estrada, A. A., T. J. S. Sierra y R. E. Gutiérrez. 2004. Evaluación de la productividad de ovinos de la raza Pelibuey y sus cruza con Dorper. Memorias XL Congreso Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yucatán, México. 227 p.
- González, G. R., G. Torres y M. Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Vet. México* 33(4): 443-454.
- Lara, P. J. 2003. Utilización de cruzamientos en la producción ovina. Memoria Simposium de Ovinos. SAGARPA, INIFAP, Fundación Hidalgo PRODUCE, AMCO, FIRA. Pachuca, Hidalgo, México. pp. 63-69.
- Loya, H. F. M., I. Martínez, J. A. Chávez, J. F. Vázquez, E. G. Cienfuegos, J. C. Martínez y A. González. 2003. Efecto del tipo de energía en la dieta sobre el comportamiento productivo en corderos de razas de Pelo. Memoria XII Congreso Nacional de Producción Ovina. Tulancingo, Hidalgo, México. S/P.
- Martínez, G. A. 1996. Métodos estadísticos intermedios. Primera Edición. Fomento Editorial de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 115 p.
- Montalvo, M. P., G. Balam, R. Sanginés, J. Ramón y J. R. Ortiz. 2001. Crecimiento predestete de las cruza de la raza Pelibuey con las razas Dorper y Katahdin. Memorias XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Conkal, Yucatán, México. S/P.
- Pérez, C. R., C. Vázquez, C. Sosa, M. Valencia y E. González. 2005. Factores que influyen sobre el peso al nacimiento y al destete en corderos Pelibuey y Blackbelly. BIOTAM Nueva Serie (Edición Especial 2005 Tomo I):403-405.
- Puga, H. P., J. C. Martínez, E. G. Cienfuegos y F. Briones. 2007. Comportamiento de peso al nacimiento de un rebaño de ovinos de pelo en el centro de Tamaulipas. Memorias Volumen 2. XXXI Congreso Nacional de Buiatría y

- XIII Congreso Latinoamericano de Buiatría. AMMVEB. Acapulco, Guerrero, México. pp. 682-685.
- Puga, H. P., V. Domínguez y J. C. Martínez. 2005. Comportamiento productivo de ovinos de pelo en Gómez Farías, Tamaulipas. Memorias Primer Foro de Ciencias Biológico-Agropecuarias. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México. CD. (2:7-10).
- Rabiza, S. I. 1994. Perspectivas de la producción ovina a nivel mundial. Memorias. Curso de Actualización de Ovinos. Toluca, Edo. México. pp. 22-25.
- SMN. 2009. Normales Climatológicas 1971-2000. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en línea: <http://smn.cna.gob.mx/productos/productos.html>. [Febrero 15, 2009].
- Vergara, V. I., T. J. De Lucas y M. A. Pérez. 2006. Evaluación productiva de ovinos Katahdin, Dorper y Romanov en una explotación intensiva de México. SEOC y Exopol. Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. pp. 243-246.

Elementos traza detectados por plasma inductivamente acoplado (ICP) en pepitonas, *Arca zebra* (Mollusca, Arcidae) de dos localidades costeras del estado Sucre, Venezuela

Vilma Lanza^{1,2*}, Ildemaro Martínez³, Osmicar Vallenilla¹, Julia Márquez¹, Arquímedes González¹, Jesús Gamboa^{1,2} y José Alió¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Sucre-Nueva Esparta, Apartado Postal 236, Cumaná Edo. Sucre 6101. Venezuela. * Correo electrónico: vlanza@inia.gob.ve.

²Universidad de Oriente (UDO), Instituto Oceanográfico de Venezuela, Postgrado de Ciencias Marinas. Apartado Postal 245. Cumaná Edo. Sucre 6101.

³Instituto Universitario de Tecnología Cumaná, extensión Cariaco. Venezuela.

RESUMEN

Los metales pesados juegan un papel importante en la dinámica de los procesos químicos y ambientales en las zonas costeras. Estos provienen de aportes naturales y antropogénicos y pueden ser bioacumulados en organismos acuáticos, en los que se encuentran como elementos traza, y tienen potenciales efectos tóxicos a quienes los consuman, principalmente al hombre como último eslabón de la cadena alimenticia. La gravedad del daño depende del grado y el tiempo de exposición a dichos elementos. Se determinó la concentración de metales pesados (Mg, Cu, Mn, Mo, Ni y Fe) por Plasma Inductivamente Acoplado (ICP) en la pepitona, *Arca zebra* (Mollusca, Bivalvia, Arcidae), provenientes de las inmediaciones de Caimancito y Chacopata (municipio Cruz Salmerón Acosta, estado Sucre, Venezuela). En Caimancito, las mayores concentraciones de casi todos los metales se detectaron en septiembre, a excepción del Mg que fue observada en febrero. En Chacopata, las concentraciones más elevadas se observaron en el mes de octubre (Mg, Mn y Ni), septiembre (Cu), diciembre (Fe) y en enero (Mo). No se encontraron diferencias significativas entre las localidades, mientras que existen diferencias significativas entre meses. Al momento no existen normas o regulaciones venezolanas que establezcan límites máximos de concentración de los metales analizados en moluscos bivalvos procesados o frescos, que permitan establecer comparaciones con los resultados obtenidos. Sin embargo, en base a normas internacionales, las concentraciones medidas de metales pesados en pepitonas no rebasaron los límites permitidos para consumo humano.

Palabras clave: Chacopata, Caimancito, metales pesados, Bivalvia.

Trace elements detected by Inductively Coupled Plasma (ICP) in Turkey wing, *Arca zebra* (Mollusca, Arcidae) from two coastal locations of Sucre State, Venezuela.

ABSTRACT

Heavy metals play an important role in the dynamics of chemical and environmental processes in the coastal zones. They originate from natural and anthropogenic sources and can be bioaccumulated in aquatic organisms, where they are found as trace elements, and have potential toxic effects to those who consume them, mainly to humans as the last link in the food chain. The severity of damage depends on the degree and time of exposure to these elements. The concentration of heavy metals (Mg, Cu, Mn, Mo, Ni and Fe) was estimated by Inductively Coupled Plasma (ICP) in the Turkey wing, *Arca zebra* (Mollusca, Bivalvia, Arcidae), from the vicinity to Caimancito and Chacopata (Municipality Cruz Salmerón Acosta, Sucre state, Venezuela). In Caimancito,

higher concentrations of almost all metals were detected in September, except for Mg which was registered in February. In Chacopata, the highest concentrations were observed in October (Mg, Mn and Ni), September (Cu), December (Fe) and January (Mo). No significant differences were found between localities, while there were significant differences among months. At present there are not Venezuelan norms or regulations establishing the maximum concentration limits for the analyzed heavy metals in fresh or processed bivalve mollusks, which may enable comparisons with the obtained results. However, based upon international norms, the measured concentrations of heavy metals in Turkey wing apparently do not represent a threat for human consumption.

Keywords: Chacopata, Caimancito, heavy metals, Bivalvia.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son elementos con densidad específica superior a 5,0 g/cm³. Pueden ser relativamente tóxicos a bajas concentraciones, como ocurre con el plomo, cadmio, cobre, zinc y mercurio (Elith y Garwood, 2001). Suelen ser contaminantes persistentes ya que no son eliminados por procesos de cocción o incineración y tampoco son biodegradables (Abd-Allah y Abdallah, 2006).

Por consiguiente, a bajas concentraciones pueden producir efectos subletales en los organismos acuáticos, tales como cambios histológicos o morfológicos en los tejidos, o alteraciones fisiológicas, como la supresión de crecimiento y el desarrollo, cambios de motilidad, en el comportamiento y la reproducción (Widianarko *et al.*, 2000). La exposición crónica en dosis subletales, permite la bioacumulación y amplificación de la concentración de estos elementos a través de la cadena alimentaria hasta llegar inadvertidamente al hombre y afectar su salud (França *et al.*, 2005); también pueden causar efectos carcinogénicos, reproductivos y en el desarrollo (WHO/UNEP, 1997).

Sim embargo, la toxicidad de los metales pesados sobre los organismos depende también de otros factores, como la presencia de otros metales con los que pueden ocasionar sinergismo (Accornero *et al.*, 2004) o antagonismo, de las características físico-químicas del agua (temperatura, pH, potencial redox, oxígeno disuelto, salinidad, luz, materia orgánica), así como también de factores biológicos, como la especie afectada, sexo, tamaño, edad, actividad física, estadio de vida y habitat (WHO/UNEP, 1997).

Cada metal tiene una forma química específica (especiación), las cuales son determinadas por su solubilidad en agua de mar, por su biodisponibilidad y bioaccesibilidad; consecuentemente por su capacidad para incorporarse dentro de los sistemas biológicos

(WHO/UNEP, 1997; Semple *et al.*, 2004; Vignati *et al.*, 2005). En tal sentido, los bivalvos se adaptarán a los hábitats pudiendo exhibir cantidades variables de contenidos elementales en sus tejidos (Yusof *et al.*, 2004; Acosta y Lodeiros, 2004; Bervoets *et al.*, 2005; Liehr *et al.*, 2005; Galgani *et al.*, 2005; Aubry y Elliott, 2006; Ng y Wang, 2007).

En la actualidad, Venezuela es el país pesquero más importante del área del Caribe Atlántico con una producción anual de aproximadamente 400.000 toneladas. Los abundantes recursos pesqueros de la región nororiental del país contribuyen con más del 70% de la producción nacional, el subsector marítimo artesanal contribuye con un 86,1% de las capturas totales, en su mayor proporción constituidas por el recurso pepitona, lo cual representa desembarques del orden de las 70.963 toneladas anuales, equivalente al 35,88% de las principales especies de la pesca marítimas (INSOPESCA, 2008).

La costa del estado Sucre al norte de las penínsulas de Paria y Araya, es particularmente rica en fauna marina, producto de una amplia plataforma con fuertes y frecuentes vientos, los cuales proven la materia prima (plancton) para una abundante fuente de alimentación a organismos filtradores, con aguas de temperaturas superiores a los 25°C, alta y constante salinidad y baja turbidez del agua. El aporte de nutrientes a la columna de agua deriva mayormente de surgencias desde el fondo marino, inducidas por el viento.

En tal sentido, se desea determinar la concentración de metales pesados por la técnica de plasma inductivamente acoplado (ICP) en la pepitona *Arca zebra* en las poblaciones Caimancito y Chacopata, al norte del estado Sucre, dichas localidades son zonas de gran actividad extractiva de moluscos bivalvos en Venezuela, pues de los bancos localizados en sus cercanías proviene aproximadamente, el 97%

de la pepitona que se consume en Venezuela (Arias *et al.*, 2002), discutir sobre las probables fuentes antropogénicas y naturales de los resultados obtenidos, y de algún modo sentar un precedente sobre el nivel de riesgo del consumo de este molusco por contaminación con metales pesados, con base a normas sanitarias internacionales en otros moluscos bivalvos de consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron de 8 a 14 muestras mensuales de pepitona entre septiembre 2007 hasta abril 2008, en las poblaciones de Chacopata (63° 49' W 10° 40' N) y Caimancito (63° 54' W, 10° 38' N) al norte de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela (Figura 1). Las muestras provinieron de los arrastres de los pescadores artesanales en el banco de Chacopata, y fueron conservadas en hielo a una temperatura de 5°C y trasladadas hasta el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en Cumaná para ser procesadas.

En el laboratorio se extrajo el tejido blando de las pepitonas (5 a 8 g) y se procesaron por duplicado de acuerdo al siguiente procedimiento. Se homogeneizaron; se secaron en una estufa marca Fisher Isotemp a 100°C por 24 h; se calentaron en una cocinilla por 2 h y posteriormente se incineraron a 550°C en una mufla eléctrica marca Thermoline modelo 1400 durante 4 horas hasta obtener cenizas y se dejaron enfriar en un desecador.

Se agregó 5 ml de ácido nítrico y 2,5 ml de ácido sulfúrico, ambos concentrados al 95 – 97%; se calentaron a 60°C por 20 minutos, luego se dejaron enfriar; se les adicionaron 2,5 ml de ácido nítrico concentrado, y se calentaron a 150°C. Seguidamente, se dejó enfriar y se agregó peróxido de hidrógeno de uso analítico al 35% para eliminar la materia orgánica remanente y concluir con la clarificación. El resultado de la digestión se filtró con papel filtro Whatman N° 42, se enrazó con agua destilada – desionizada. La concentración de metales pesados en las muestras se evaluaron mediante espectrometría de emisión óptica de plasma inductivamente acoplado en un equipo Perkin Elmer, modelo Óptima 5300DV en el Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Oriente, Cumaná.

Las concentraciones de Fe, Cu, Mo, Mg, Mn y Ni se determinaron a longitudes de onda de 238.204, 327.393, 202.03, 285.213, 257.610 y 231.604 nm, respectivamente. La variación en la concentración de cada metal pesado entre localidades y durante el año fue evaluada mediante una prueba de análisis de varianzas de dos vías. Los datos fueron transformados a logaritmo decimal cuando la varianzas fueron heterogéneas. Cuando no se pudo corregir la heterocedasticidad con la transformación de los datos, se usó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1998), y un análisis *a posteriori* (Conover, 1980).

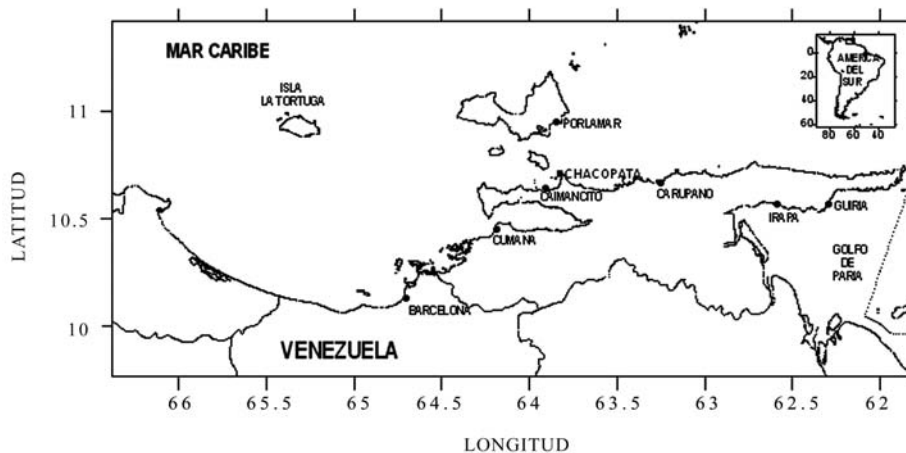


Figura 1. Localización de las comunidades muestreadas, Chacopata y Caimancito, estado Sucre, Venezuela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en la concentración de los metales pesados evaluados en la pulpa de pepitona proveniente de Chacopata y Caimancito (Cu, $P=0,9917$; Fe, $P=0,7313$; Mg, $P=0,4490$; Mo, $P=0,2122$; Mn, $P=0,3420$; y Ni, $P=0,0547$). Por este motivo, en los análisis de la variación de la concentración de metales pesados durante el año las muestras de ambas localidades fueron agrupadas.

Debido a que la transformación logarítmica de los datos no alcanzó a homogeneizar las varianzas

en la concentración de metales durante el año, para este análisis se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se registraron diferencias altamente significativas en la variación del contenido de los seis metales durante el año (Fe, $P=0,0007$; Cu, $P=0,0075$; Mo, $P=0,00009$; Mg, $P=0,0027$; Mn, $P=0,00005$) y Ni, $P=0,0001$). El análisis, *a posteriori*, reveló grupos de meses cuya concentración de metales pesados difería significativamente entre ellos. En este sentido, la concentración de Cu fue significativamente más elevada en enero y mayo en comparación con el resto del año (Figura 2).

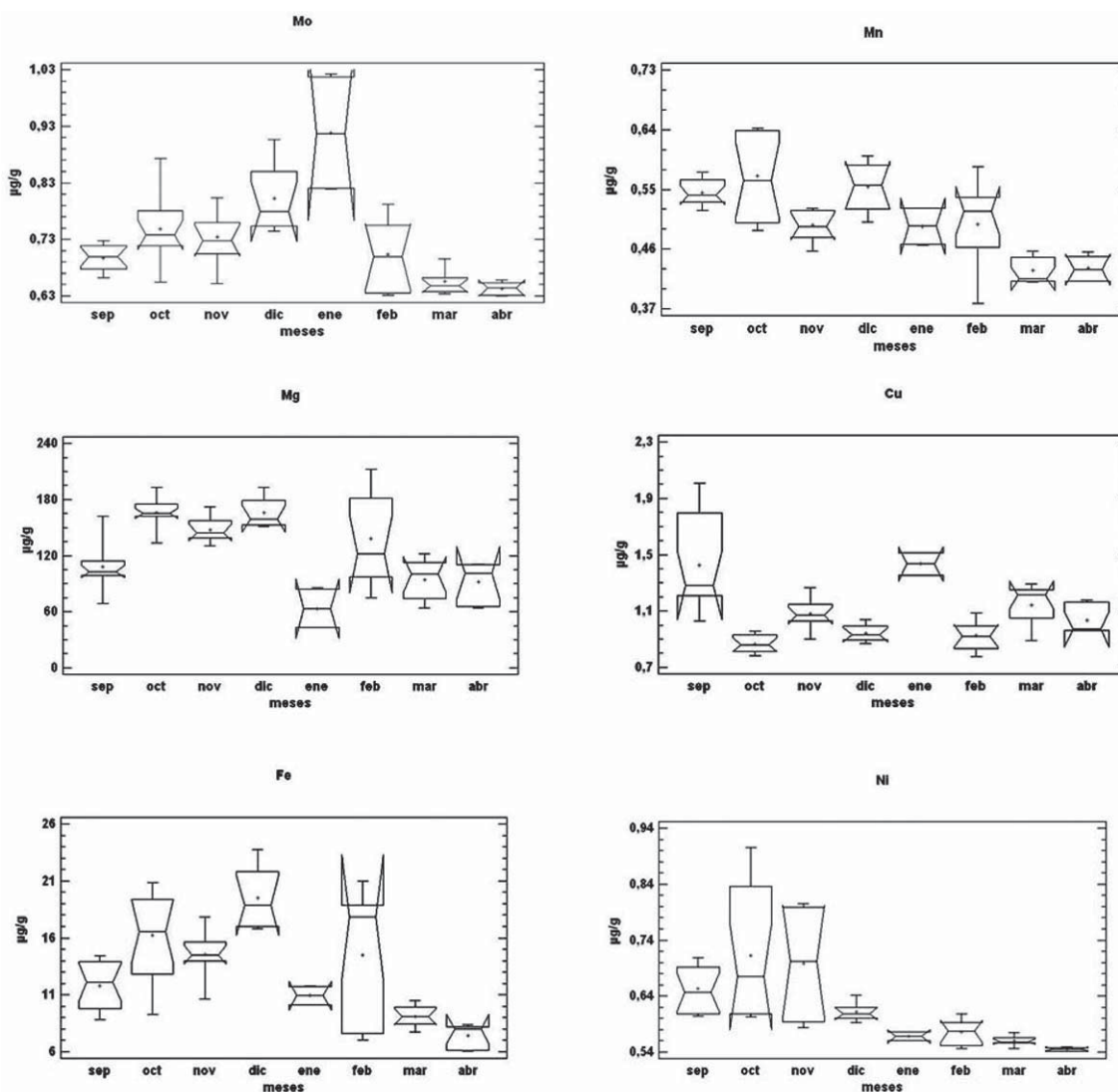


Figura 2. Medianas temporales de las concentraciones de metales: Mo, Mn, Mg, Cu, Fe y Ni en las localidades de Chacopata y Caimancito, estado Sucre (septiembre 2007-abril 2008).

De manera similar, la concentración de Mg fue significativamente más elevada de febrero a abril y junio, en comparación con el resto del año. La concentración de Mn fue más elevada entre enero, febrero y abril, intermedia entre marzo, mayo y junio, observándose los niveles más bajos en julio y agosto. Por su parte, la concentración de Ni fue mayor de enero a marzo, intermedia en abril y mínima entre mayo y agosto. La concentración de Mo fue máxima entre abril y mayo, seguida de la concentración entre febrero y marzo, y entre enero y junio, con valores mínimos en julio y agosto.

Finalmente, las variaciones en la concentración de Fe no pudieron ser diferenciadas a lo largo del año con la prueba *a posteriori*. Sin embargo, los datos parecen indicar que la concentración máxima se registra en los meses de febrero a abril y junio, con niveles intermedios en enero y mayo, y las mínimas concentraciones en julio y agosto.

Las concentraciones de cada metal en los organismos provenientes de ambas localidades presentaron discrepancias. En Chacopata, las concentraciones más elevadas se observaron en el mes de octubre para Mg (193,200 µg /g), Mn (0,642 µg /g) y Ni (0,905 µg /g), y para el Cu (1,801 µg /g), Fe (23,505 µg /g) y en Mo (1,018 µg /g) en los meses de septiembre, diciembre y enero, respectivamente. En Caimancito, las mayores concentraciones de casi todos los metales se detectaron en el mes de septiembre (Cu 1,987; Fe 18,625; Mn 0,582; Mo 0,699 Ni 0,577 µg /g) y en el mes de febrero (Mg 211,05 µg /g) (Figura 3), en tal sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio para Cu, Fe y Ni están por debajo de los valores de referencia existentes (Cuadro); es de resaltar que las concentraciones obtenidas son bajas al compararlas con las obtenidas por Alfonso *et al.*, (2005), quienes analizaron muestras de Tivela mactroides en diferentes localidades de las región centro-costera venezolana.

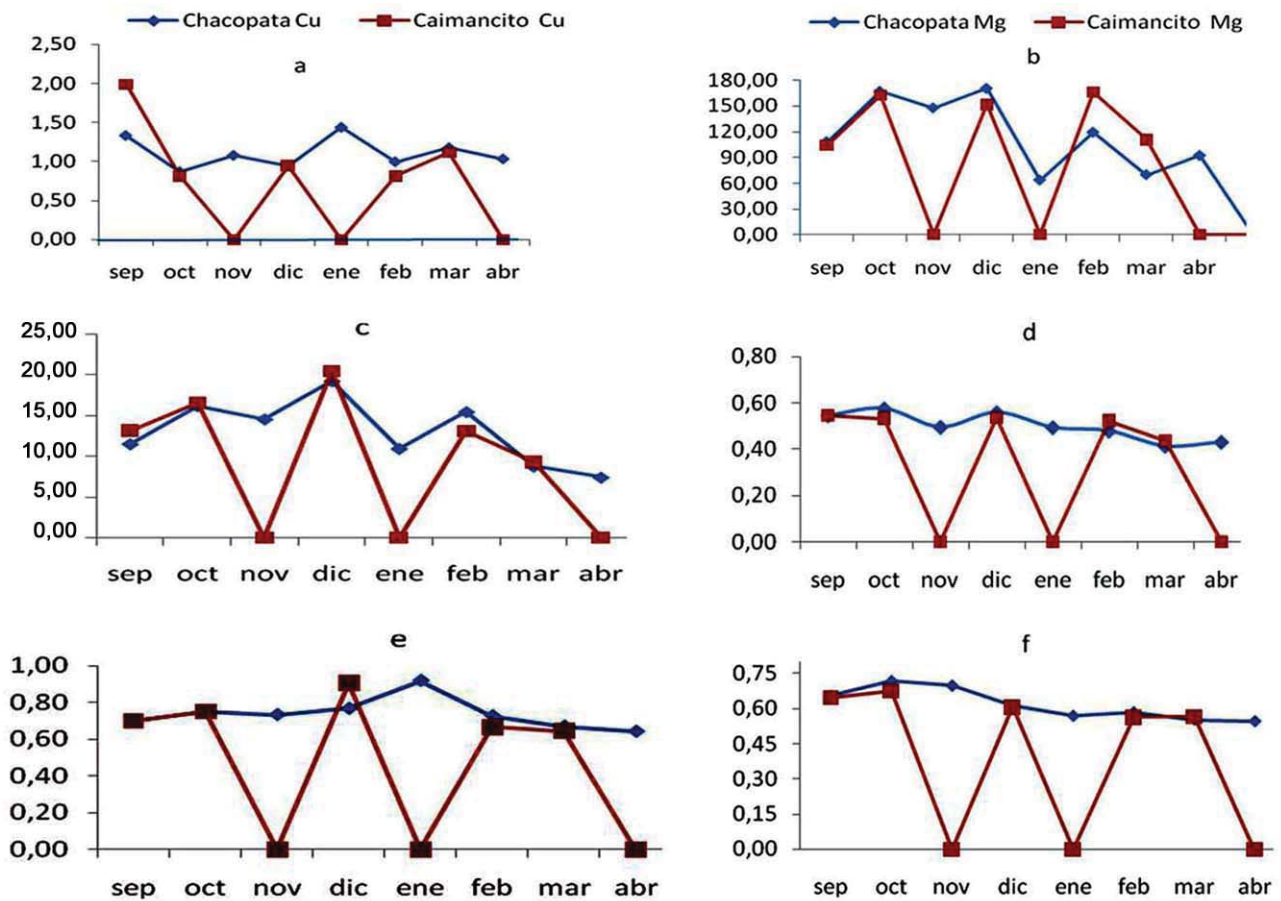


Figura 3. Concentración de metales pesados Cu (a), Mg (b), Fe (c), Mn (d), Mo (e), Ni (f) en pepitonas provenientes de las localidades de Caimancito (rojo) y Chacopata (azul), estado Sucre, Venezuela entre los meses de septiembre 2007 a abril 2008.

Cuadro. Valores máximos permisibles de elementos trazas (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo y Ni) para el consumo humano

Metal	COVENIN ¹	FDA ² (mg/kg)	FAO ³ (mg/kg)	En este estudio (µg/g)
Cu	10 mg/kg	-	10	1,122
Fe	7.6 mg**			13,757
Mg	-			128,195
Mn	-			0,507
Mo	-			0,736
Ni	-	80		0,614

¹COVENIN 1947:1994. **INN: Instituto Nacional de Nutrición (2001).

²FAO: Food and Agricultural Organization (1983).³ FDA: Food and Drugs Administration (1997)

Bajo este contexto Boada et al., (2007), recomiendan que al no existir normas venezolanas que establezcan los límites permitidos de algunos elementos traza es menester contribuir con dichos resultados como referencia para normas posteriores, pues en la actualidad sólo se reportan las normas COVENIN para determinación de plomo (COVENIN, 1978a), cadmio (COVENIN, 1978b) en alimentos, así como normas industriales para pepitonas en conserva (COVENIN, 1994), atún en conserva (COVENIN, 1995) y sardinas en conserva (COVENIN, 1998). Los valores de hierro registrados en el presente estudio son inferiores a los obtenidos por Yap *et al.*, (2008) quienes observaron que las concentraciones de metales en los tejidos blandos del *Argopecten granosa* variaron desde 0.80-16.15 µg /g para el Ni, 455,91-1.125,5 µg /g para el Fe y de 5.41 a 7.39 µg /g para el Cu.

El hierro es tal vez el más bioactivo de los metales traza en el océano, pero su química es muy compleja y difícil de entender (Hunter y Boyd, 1999; Bruland *et al.*, 1991; Wells *et al.*, 1995). Se ha encontrado que el hierro particulado varía en la columna de agua, siendo menor a nivel de la superficie con respecto la profundidad; sin embargo, en algunas regiones se ha evidenciado en la superficie la influencia del hierro atmosférico en la termoclina (Bruland *et al.*, 1991).

Del mismo modo, se ha hecho evidente que el afloramiento de las aguas subterráneas al igual que las aguas de surgencia son fuente importante de hierro (de Baar *et al.*, 1995; Coale *et al.*, 1996). Los trabajos de Johnson *et al.*, (1997, 1999), señalaron la distribución de concentración de Fe disuelto en

los océanos del mundo, argumentando que esta distribución es notablemente uniforme, con valores muy bajos (<0,2 nM) en las aguas superficiales y un promedio de 0,76 nM en aguas profundas, lo cual indica que en la superficie existe la captación de Fe seguida de la regeneración de aguas profundas así como oxidación de la materia orgánica biogénica (Keith-Hunter *et al.*, 1999).

Las fuentes de hierro pueden ser los efluentes industriales, drenajes ácidos de minas y fundiciones, entre otros (AMAP, 2001). No se evidenció la influencia de dichos factores en la zona de extracción de los moluscos. Las diferencias significativas encontradas, probablemente, están asociadas a variaciones en los tipos de sedimentos, la química del agua, el transporte y los procesos de sedimentación, la disponibilidad de materia orgánica, usos del suelo circundante y las fuentes de contaminación en las zonas de estudio, tomando en cuenta lo determinado por Elith y Garwood (2001), quienes demostraron que había una fuerte relación entre cada uno de estos factores y las concentraciones de metales pesados.

Salazar (2011), encontró que la lluvia y la escorrentía eran fuentes importantes de metales pesados en la región costera de la península de Araya, registrando una fuerte correlación entre las variaciones de pluviosidad y las concentraciones de metales pesados (esenciales Fe, Cu, Zn y Mn, y no esenciales: Ni, Pb, Cd y Hg) en el isópodo *Tylos wegeneri* y en el sedimento donde habitaba. Con respecto al cobre, Fuge *et al.*, (1993), analizaron las concentraciones de este metal en el bivalvo

Patella spp, obteniendo valores entre 1 a 10 mg/kg. Las concentraciones medias de cobre en el molusco *Spisula subtruncata* fueron de 2,5 mg/kg (Vyncke *et al.*, 1999), valores inferiores a los límites legalmente autorizados en Noruega (10 mg/kg), en el Reino Unido y España donde se permite un máximo de contenido de cobre de 20 mg/kg (FAO, 1989).

La toxicidad o la deficiencia del cobre (Cu) en los animales depende de las interacciones con otros elementos traza como molibdeno (Mo) y zinc (Zn), sin los cuales el Cu no actúa en el metabolismo ni aumenta su efecto tóxico (Yap *et al.*, 2003). En este sentido, Sunda y Lewis (1978), establecieron que la biodisponibilidad y toxicidad del cobre en las algas, camarones, cangrejos, moluscos bivalvos y peces, puede ser reducida tanto por la presencia de iones inorgánicos como por los quelantes orgánicos hallados en aguas naturales que forman complejos con el cobre o quelantes inorgánicos agregados al agua.

Con relación al cobre, su especiación es particularmente importante en las regiones costeras y de estuarios, ya que estas zonas generalmente tienen elevadas concentraciones del metal total disuelto por aportes antropogénicos (Buck y Bruland, 2005). Las concentraciones elevadas de cobre pueden ser afectadas por los efluentes industriales (textiles, productos eléctricos, pinturas antiincrustantes) y cañerías de cobre. Por su parte, el hierro y el manganeso son abundantes en la naturaleza, también coexisten en el metabolismo de los seres vivos, en general, no parecen ser tóxicos.

Ahora bien, la acumulación de estos metales en los organismos puede ser reflejo del contenido de dichos metales en los sedimentos, ya que los animales bentónicos con hábitos filtradores, al consumir detritus también ingieren material fino del sedimento, y por ello aumenta la concentración de los metales en las diferentes partes del organismo (Elith y Garwood, 2001).

El manganeso es un elemento menor en el agua de mar; sin embargo, está presente en cantidades apreciables en los sedimentos marinos. Este se encuentra en más de un estado de oxidación además del carácter reactivo del metal en los ecosistemas acuáticos. Esto último afecta el equilibrio de los metales trazas en tres formas: a) adsorción de metales en la superficie de los óxidos de manganeso; b) coprecipitación de metales trazas y c) por las

reacciones redox. Muchas investigaciones asocian la presencia del manganeso con las concentraciones de otros elementos como es el caso de cobalto y níquel (Sadiq, 1992).

Por otra parte, Didyk *et al.*, (1978), explicaron que en condiciones de sedimentación anóxica las concentraciones de Mo, Cu, Pb y U son altas y podrían relacionarse con la productividad biológica, la surgencia y con la dinámica de las masas de aguas (Legeleuk *et al.*, 1994).

En este sentido, Malcolm (1985) y Pedersen *et al.*, (1988), explicaron el comportamiento del Mo en sedimentos marinos y plantearon que los sedimentos con una línea redox poco profunda pero bien definida, acumulan Mo en la capa superficial oxidativa al formarse complejos con óxidos de Mn. Valdés y Ortlieb (2001), plantean que en los sedimentos más profundos, el óxido de Mn es reducido y el Mo es liberado en el agua intersticial, donde precipita nuevamente al formar un complejo insoluble con sulfuros.

Además, manifestaron estos autores que en aguas anóxicas, el Cd y el Mo se inmovilizan en los sedimentos, mientras esta condición se mantenga, no son afectados por procesos postdeposicionales. Del mismo modo, plantearon que el principal mecanismo de acumulación de Cd y Mo en los sedimentos es la formación de compuestos insolubles en aguas adyacentes al piso marino, de manera que estos metales constituyen un indicio de las condiciones anóxicas/hipóxicas del ambiente de fondo.

Dentro de este contexto, la pobreza de oxígeno en el sedimento marino permite suponer que uno de los principales mecanismos de incorporación de Cd y Mo es la formación de compuestos insolubles en el agua del fondo. En general, el aumento de la concentración de Cd y Mo hacia el sedimento superficial indicaría una intensificación de la condición de mínima de oxígeno del ambiente de fondo (Valdés y Ortlieb, 2001).

Hay varios factores (tales como la evolución de los organismos, la temperatura del ambiente y el tamaño del animal) que pueden interferir con las concentraciones de metales esenciales (Cu, Mn y Zn), pero no hay correlación entre sus concentraciones en los tejidos y los niveles ambientales en agua de mar o sedimentos.

Por el contrario, algunos metales (Cd, Pb y Hg) son acumulados por animales migratorios, de tal manera que los niveles de metales en el tejido no serían resultado de condiciones ambientales en los sitios de muestreo (Ju and Harvey, 2002); en este sentido, Lemus *et al.*, (2010), indicaron que la mayor concentración de cobre se observó en los etapa de desove del mejillón *Perna viridis*, de este modo afirmaron que los niveles de concentración de este elemento estuvo asociado a los tejidos somáticos más que al reproductivo; lo que les permitió inferir que la gran cantidad de masa gonadal liberada, disminuye, significativamente, la masa total del organismo y por ende los niveles de cobre son superiores en este período.

Además, se evidenció que las hembras presentaron la mayor concentración de Cu, Cd y Ni. Por su parte, Yap *et al.*, (2008), sugieren que la concha del bivalvo *Perna viridis* puede actuar como un almacenador de mezclas de metales pesados, la cual es resistente a los mecanismos de desintoxicación de los tejidos blandos del organismo. Por otro lado, la presencia de metales depositados en la concha de los bivalvos podría explicarse por la incorporación mediante la sustitución de los iones de calcio o son asociados con la mezcla orgánica de la concha (Yap *et al.*, 2003).

Es así, como la contaminación en productos del mar, causada por la industrialización y otras actividades antropogénicas en las proximidades de las zonas costeras, siempre está asociada positivamente con niveles elevados de Cu, Zn, Ni y Cd en algunos organismos, como es el caso de *Argopecten granosa*, en los cuales las concentraciones de Ni pueden estar relacionadas a varias formas de aleación en maquinarias pesadas, tales como turbinas, así como su variedad de usos como catalizador industrial (Yap *et al.*, 2008).

Asimismo, las propiedades redox y la química de coordinación del Fe pueden hacerlo tóxico cuando su homeostasis es perturbada, principalmente, como consecuencia de su capacidad para generar especies de oxígeno reactivo (Frank y Gerstmann, 2007). No obstante, Sobrino *et al.*, (2007), sugieren que algunas especies como *Argopecten ventricosus* son más sensibles a la acumulación de ciertos metales en comparación con otras especies de bivalvos (por ejemplo *A. irradians*, *Mytillus edulis*, *Crassostrea virginica*).

En consecuencia, es importante analizar estos parámetros en términos de tamaño y edad, aún cuando a menudo se afirma que el crecimiento podría ser el resultado de un sexo específico, de las diferencias geográficas, edad, la disponibilidad de alimento y habitat (WHO/UNEP, 1997; Leipe *et al.*, 2005).

Yap *et al.*, (2008), demostraron que las diferencias en la abundancia de metales entre los tejidos puede deberse a la depuración y la capacidad de unión de metales a los tejidos, ya que en los tejidos blandos, los metales están enlazados a metalotioneína, que juega un papel importante en la eliminación de los metales.

En este sentido, Arias *et al.*, (2001), indicaron que las diferencias entre las concentraciones de metales presentes en los ejemplares de una misma familia pudieran ser discutidas en base a la posibilidad de efectos genotípicos en la misma especie y su relación con la contaminación de la zona, va a depender también de la capacidad de los diferentes organismos para biodegradar o eliminar los elementos tóxicos, además de los efectos nocivos sobre la salud humana a través de la cadena alimenticia

CONCLUSIONES

Hasta el momento, no existen normas sanitarias en Venezuela que establezcan los valores máximos permitidos para los metales estudiados en el presente trabajo, sin embargo, se pudo observar que los mismos se encuentran dentro límites permitidos por normas internacionales para otros moluscos bivalvos de consumo.

Se desconocen las fuentes de los metales pesados estudiados en las zonas de extracción de Chacopata y Caimancito. Para conocer el origen, en estudios futuros, será indispensable realizar estudios de sedimentos, agua y organismos en diferentes etapas de desarrollo con un seguimiento de las variables ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Oriente (IIBCAUDO) por los análisis de metales en el ICP, y a Fundacite Sucre por el apoyo con reactivos. Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto LOCTI 73/18/106/698.

LITERATURA CITADA

- Abd-Allah, M. and M. Abdallah. 2006. Effect of cooking on metal content of freshwater crayfish *Procambarus clarkii*. *Chemistry and Ecology*, 22 (4): 329–334.
- Accornero, A., L. Manfra, A. Salluzzo and F. Modestia. 2004. Trace metal pollution in surface marine waters: nearshore concentrations along Apulia and Albania. *Chemistry and Ecology*, 20 (3) Suplemento 1: 195 – 203.
- Acosta, V. y C. Lodeiros. 2004. Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. *Ciencias Marinas*, 30(2): 323–333.
- Alfonso, J., J. Azócar, J. LaBrecque, Z. Benzo, E. Marcano, C. Gómez and M. Quintal. 2005. Temporal and spatial variation of trace metals in clam *Tivela mactroides* along the Venezuelan coast. *Marine Pollution Bulletin*, 5: 1713–1744.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2001. Heavy metals. Fact sheet N°3. <http://www.amap.no/?main=http%3A//www.amap.no/mapsgraphics/go/searchRegion/regionid/global/page/22>
- Arias, A., N. Gamboa and J. García. 2001. Vanadium levels in gonads of white mullet (*Mugil curema*) in the Cariaco Gulf, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 19 (2): 165-172.
- Arias, A., R. Guzmán, R. Jiménez y R. Molinet. 2002. La pesquería de la pepitona, *Arca zebra*, en Chacopata, estado Sucre, Venezuela: Un análisis bioeconómico. *Zootecnia Tropical*, 20 (1): 49-67.
- Aubry, A. and M. Elliott. 2006. The use of environmental integrative indicators to assess seabed disturbance in estuaries and coasts: Application to the Humber Estuary, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 53:175–185.
- Bervoets, L., J. Voets, R. Smolders and R. Blust. 2005. Metal accumulation and condition of transplanted zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in metal polluted rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 8 (4): 451–460.
- Boada, M., M. Moreno, H. Gil, J. Marcano y J. Maza. 2007. Metales pesados (Cu²⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺) en músculo y cefalotórax de camarones silvestres *Litopenaeus schmitii*, *Farfantepenaeus subtilis*, *F. notialis* y *F. brasiliensis* de la región oriental de Venezuela. *Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet. Universidad del Zulia*, 17 (2): 186-192.
- Bruland, K., J. Donat and D. Hutchins. 1991. Interactive influences of bioactive trace metals on biological production in oceanic waters. *Limnology and Oceanography*, 36: 1555-1577.
- Buck, K. and K. Bruland. 2005. Copper speciation in San Francisco Bay: a novel approach using multiple analytical windows. *Marine Chemistry*, 96: 185– 198.
- Coale, K., S. Fitzwater, R. Gordon, K. Johnson and R. Barber, 1996. Control of community growth and export production by upwelled iron in the equatorial Pacific Ocean. *Nature*, 379: 621-624.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1978a. Alimentos. Determinación de plomo. Norma 1335:78. Caracas, Venezuela (consultada 10 enero 2010). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1978b. Alimentos. Determinación de cadmio. Norma 1336:78. Caracas, Venezuela (consultada 10 enero 2010). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1994. Pepitonas en conserva. Norma 1947:1994. Caracas, Venezuela (consultada 10 enero 2010). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1995. Atún en conserva. Norma 1766:95. Caracas, Venezuela (consultada 10 enero 2010). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1998. Sardinas en conserva. Norma 1087:98. Caracas, Venezuela (consultada 10 enero 2010). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>.

- Conover W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. 2da.. Ed. John Wiley, NY. 493 p.
- De Baar, H., J. de Joeng, D. Bakker, B. Loscher, C. Veth, U. Bathmann and V. Smetacek. 1995. Importance of iron for plankton blooms and carbon dioxide drawdown in the Southern Ocean. *Nature*, 373: 412-415.
- Didyk, B., B. Simoneit, S. Brassell and G. Eglinton. 1978. Organic geochemical indicators of paleoenvironmental conditions of sedimentation. *Nature*, 272 (5660): 216-222.
- Elith, M. and S. Garwood. 2001. Investigation into the levels of heavy metals in manly dam catchment. In: Freshwater Ecology Report of 2001, Department of Environmental Sciences, University of Technology, Sydney.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1983. Compilation of legal limits for hazardous substance in fish and fishery products. FAO Fisheries circular N° 764. 102 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1989. Food safety regulations applied to by the major importing countries. FAO Fisheries Circular No. 825 (Rome: FAO), 107 p.
- Food and Drugs Administration (FDA). 1997. HACCP Guidelines. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, FDA.
- França, S., C. Vinagre, I. Caçador and H. Cabral. 2005. Heavy metal concentrations in sediment, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 993-1018.
- Frank, H. and S. Gerstmann. 2007. Declining populations of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) are burdened with heavy metals and DDT/DDE. *Ambio*, 36 (7): 571-574.
- Fuge, R., T. Palmer, N. Pearce y W. Perkins. 1993. Minor and trace element chemistry of modern shells-a LA-ICP-MS study. *Applied Geochemistry*, 1: 111-116.
- Galgani, F., J. Chiffolleau, P. Le-Gall, Y. Pichot, B. Andral and C. Martin. 2005. Deep-sea caging of the mussel *Mytilus galloprovincialis*: Potential application in ecotoxicological studies. *Chemistry and Ecology*, 21(2): 133-141
- García-Hernandez, J., L. Garcia-Rico, M. Jara-Marini, R. Barraza-Guardado and A. Hudson. 2005. Concentrations of heavy metals in sediment and organisms during a harmful algal bloom (HAB) at Kun Kaak Bay, Sonora, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 733-739.
- Hunter, K. and P. Boyd. 1999. Biogeochemistry of trace metals in the ocean. *Marine and Freshwater Research*, 50: 739-753.
- Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura (INSOPESCA). 2011. Estadística pesquera marinas de Venezuela 2010. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Instituto Socialista de la Pesca y la Acuiculktura, Caracas, Venezuela.
- Instituto Nacional de Nutrición. 2001. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. División de Investigaciones en Alimentos, Publicación No 54, Serie Cuadernos Azules, Caracas. Revisión 1999. 78 p.
- Johnson, K., R. Gordon and K. Coale. 1997. What controls dissolved iron concentrations in the world ocean? *Marine Chemistry*, 57: 137-61.
- Johnson, K., F. Chavez and G. Friederich, 1999. Continental-shelf sediment as a primary source of iron for coastal phytoplankton. *Nature*, 398: 697-9.
- Ju, S. and H. Harvey. 2002. Effects of temperature and heavy metals on extractable lipofuscin in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 37: 1-10.
- Keith-Hunter, A., Kim J. and R. Malcolm. 1999. Factors influencing the inorganic speciation of trace metal cations in fresh waters *Mar. Freshwater Res.*, 50, 367.72.
- Legeleuk, F., J. Reyss, P. Bonte and C. Organo. 1994. Concomitant enrichments of uranium, molybdenum and arsenic in suboxic continental margin sediments. *Oceanology Acta*, 17(4): 417-430.

- Leipe, T., M. Kersten, S. Heise, C. Pohl, G. Witt, G. Liehr, M. Zettler and F. Tauber. 2005. Ecotoxicity assessment of natural attenuation effects at a historical dumping site in the western Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 446–459.
- Lemus, M., C. Laurent, A. Acagua, M. Cabrera, A. Aponte y K. Chung. 2010. Variación estacional de metales pesados en *Perna viridis*, de la localidad de Guayacán, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *The Biologist (Lima)* 8 (2): 126-138.
- Liehr, G., M. Zettler, T. Leipe and G. Witt. 2005. The ocean quahog *Arctica islandica* L.: a bioindicator for contaminated sediments. *Marine Biology*, 147: 671–679.
- Malcolm, S. 1985. Early diagenesis of molybdenum in estuarine sediments. *Marine Chemistry*, 16: 213-225.
- Ng, T. and Wang W. 2007. Interactions of silver, cadmium, and copper accumulation in green mussels (*Perna viridis*). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26 (8): 1764–1769.
- Pedersen, T., M. Pickering, J. Vogel, J. Southon and D. Erle. 1988. The response of benthic foraminifera to productivity cycles in the eastern equatorial pacific: faunal and geochemical constraints on glacial bottom water oxygen levels. *Paleoceanography*, 3(2): 157-168.
- Salazar, C., J.J. 2011. Variación temporal de metales pesados esenciales y no esenciales en el isópodo litoral *Tylos wegeneri* (Vandel, 1952) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. Trabajo especial de Grado, Universidad de Oriente, Departamento de Biología, Cumaná. 26 p.
- Sadiq, M. 1992. *Toxic Metal Chemistry in Marine Environments*. Marcel Dekker Inc., New York, 389. p.
- Semple, K., K. Doick, K. Jones, P. Burauel, A. Craven and H. Harms. 2004. Defining bioavailability and bioaccessibility of contaminated soil and sediments is complicated. *Environmental Science and Technology*, 38: 228–231A.
- Seregin, I. y A. Kozhevnikova. 2006. Physiological role of nickel and its toxic effects on higher plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 53 (2): 257–277.
- Sobrinho, A., C. Caceres, A. Botello and G. Nuñez. 2007. Effect of cadmium, chromium, lead and metal mixtures on survival and growth of juveniles of the scallop *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842). *Journal of Environmental Science and Health*, 42A: 1443–1447.
- Sunda, W. and G. Lewis. 1978. Effect of complexation by natural organic ligands on the toxicity of copper to a unicellular algae *Monochrysis lutheri*. *Limnology and Oceanography*, 23(5): 870-876.
- Valdés, J. y L. Ortlieb. 2001. Paleoxigenación subsuperficial de la columna de agua en la bahía Mejillones del sur (23°S): Indicadores geoquímicos en testigos de sedimento marino. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 29(1): 25-35.
- Vignati, D., M. Camusso and J. Dominik. 2005. Estimation of the truly dissolved concentrations of Cd, Cu, Ni, and Zn in contrasting aquatic environments with a simple empirical model. *Ecological Modelling*, 184: 125–139.
- Vyncke, W., H. Hillewaert, M. Guns and P. van Hoeyweghen. 1999. Trace metals in cut trough shell (*Spisula subtruncata*) from Belgian coastal waters. *Food Additives and Contaminants*, 16(1): 1- 8.
- Wells, M., N. Price and K. Bruland. 1995. Iron chemistry in seawater and its relationship to phytoplankton: a workshop report. *Marine Chemistry*, 48: 157-182.
- World Health Organization/ United Nation Environment Programme (WHO/UNEP). 1997. *Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles*. Edited by Richard Helmer and Ivanildo Hespanhol (Eds). United Nations Environment Programme, the Water Supply and Sanitation Collaborative Council and the World Health Organization by E. and F. Spon.
- Widianarko, B., R. Verweij, C. Van Gestel and N. Van Straalen. 2000. Spatial distribution of trace metals in sediments from urban

- streams of Semarang, Central Java, Indonesia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46: 95-100.
- Yap, C., A. Ismail and S. Tan. 2003. Concentration, distribution and geochemical speciation of copper in surface sediments of the Straits of Malacca. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6 (12): 1021-1026.
- Yap, C., Y. Hatta, F. Edward and S. Tan. 2008. Comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Fe, Ni and Zn) in the shells and different soft tissues of *Anadara granosa* collected from Jeram, Kuala Juru and Kuala Kurau, Peninsular Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 31(2): 205-215.
- Yusof, A., N. Yanta and A. Wood. 2004. The use of bivalves as bio-indicators in the assessment of marine pollution along a coastal area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 259 (1):119.127.
- Zar, H. 1998. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, NJ. 4th Ed.

Comportamiento productivo en cerdas gestantes suplementadas con morera (*Morus alba*)

Christian H. K. E. Muñoz Castillo, Miguel Ángel Magaña-Magaña; Pedro Enrique Lara-Lara; Julio Porfirio Ramón-Ugalde; Jorge Ricardo Ortiz Ortiz y José Roberto Sangines-García*

Instituto Tecnológico de Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Km 16.3 Antigua Carretera Mérida-Motul, Conkal, México. *Correo electrónico: roberto.sangines@itconkal.edu.mx.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar la factibilidad técnica y económica del uso de follaje de morera en la alimentación de cerdas gestantes y su efecto sobre el comportamiento productivo durante la lactancia. Para esto, se utilizaron 12 cerdas multíparas asignadas a tres dietas durante la gestación, mismas que fueron proporcionadas desde el día de la monta (d 0) hasta el momento del parto y consistieron en alimentación convencional con 2 kg d⁻¹ de alimento a base de maíz-soya (AC), AC más follaje de morera a libre acceso (ACM) y AC restringida a 1,5 kg d⁻¹ más follaje de morera a libre acceso (ARM); durante la lactancia (21 d) todas las cerdas recibieron el alimento concentrado a libre acceso sin morera. El consumo de morera difirió (P<0,05) al inicio y final de la gestación con 1,8 vs. 0,95 y 1,50 vs. 1,67 kg d⁻¹. El espesor de la grasa dorsal fue similar (P>0,05) en la gestación. El tamaño de la lechigada y el peso al nacer de los lechones no fue afectado (P>0,05) por el tipo de dieta. El peso al destete de los lechones (5,40^b, 6,30^a y 6,07^a) y los kg destetados (38,95^b, 40,55^b y 46,48^a) fueron diferentes (P<0,05) para AC, ACM y ARM, respectivamente. El costo de la dieta ARM fue 22,58% menor con relación a la alimentación convencional. La sustitución parcial del alimento convencional con morera es factible desde el punto de vista técnico como económico por lo que el follaje de morera representa una alternativa real en la reducción de los costos de alimentación.

Palabras clave: *Morus alba*, cerdas gestantes, costos de producción.

Productive behavior of pregnant sows supplemented with *Morus alba*

ABSTRACT

The goal was to evaluate technical and economically feasibility of use of mulberry foliage in pregnant sows feeding and the effect on lactation productivity. Twelve pregnant multiparous sows were assigned during gestation to three dietary treatments to evaluate mulberry supplementation from d 0 of gestation until farrowing. Sows were fed either Diet 1) a standard level of conventional feed (2,0 kg), or Diet 2) 2,0 kg of conventional feed plus mulberry *ad libitum* or Diet 3) 1,5 kg of conventional feed plus mulberry *ad libitum*. During a 21-d lactation period all sows were allowed *ad libitum* access to feed. Mulberry intake during gestation was similar (P>0,05), with 1,22 vs 1,19 kg d⁻¹ for D2 and D3, respectively. However, in first 76 d and in late gestation mulberry intake was different (P<0,05) with 1,8 vs 0,95 and 1,50 vs 1,67 kg d⁻¹ for D2 and D3, respectively. No differences (P>0,05) were found in changes in backfat thickness during gestation. At birth, the litter size and the average piglet body weight (BW) were not affected by diet. BW of piglets at weaning and litter BW gain between birth and weaning were different (P<0,05) with 5,40^b, 6,30^a and 6,07^a and 38,95^b, 40,55^b and 46,48^a kg for D1, D2 and D3, respectively. Feeding cost of D3 during gestation was 22,58% lesser in relation with conventional feeding. Partial substitution of conventional feeding with mulberry is technical and economically feasible and mulberry is a real alternative to decrease production cost.

Keywords: *Morus alba*, pregnant sows, production costs.

INTRODUCCIÓN

Una práctica común en el manejo de las cerdas durante el periodo de gestación es la restricción de energía, cuya finalidad es evitar aumentos de peso exacerbados y la acumulación excesiva de grasa, condiciones que pueden inducir problemas en la locomoción y durante el parto, los cuales pueden ser perjudiciales para la sobrevivencia de los lechones (Guillemet *et al.*, 2006), si bien, aporta a las cerdas la suficiente cantidad de nutrientes para su mantenimiento y reproducción (De Leeuw *et al.*, 2008). Usualmente, la restricción alimenticia corresponde entre el 50 y 60% del consumo *ad libitum* (Mroz y Tarkowski, 1991), por lo que las cerdas padecen de hambre crónica que da lugar a la aparición de conductas estereotipadas, que pueden incluir morder las barras de separación, movimientos masticatorios ruidosos y hozar el piso o el comedero cuando está ausente el alimento, las cuales afectan el bienestar de los animales (Terlouw *et al.*, 1991).

Diversos autores han sugerido que las dietas ricas en fibra reducen la aparición de dichas conductas e incrementan el bienestar de las cerdas (Robert *et al.*, 1993; Matte *et al.*, 1994; Vestergaard, 1997), la fibra dietética fermentable estabiliza los niveles de glucosa e insulina en las cerdas gestantes (Serena *et al.*, 2009) y, reducen su actividad física varias horas después de la alimentación (De Leeuw *et al.*, 2004). Además, las cerdas que consumen una dieta voluminosa durante la gestación, tienden a consumir mayor cantidad de alimento durante la lactancia (Darroch *et al.*, 2008); característica asociada a la menor concentración de leptina circulante, la cual está relacionada negativamente con el consumo de alimento (Quesnel *et al.*, 2009). Cuando ocurre lo anterior las cerdas lactantes consumen menos alimento por ingesta pero tienen mayor número de comidas al día, (Guillemet *et al.*, 2006). Dicha conducta alimentaria está relacionada con un mayor número de lechones nacidos por camada y lechones destetados, los cuales tienen mayor peso y en consecuencia, los kg destetados por cerda se incrementan (Veum *et al.*, 2009).

Asimismo, el uso de forrajes en la alimentación de cerdas gestantes como la alfalfa combinada con heno de orchardgrass, induce una disminución en la ganancia de la grasa dorsal durante la gestación y favorece una mayor pérdida de peso durante la lactancia con aumento en el consumo de alimento

(Holzgraeffe *et al.*, 1986). La disminución en los requerimientos nutricionales durante la gestación favorece el empleo de dietas voluminosas, las cuales se pueden diluir con forrajes de buena calidad como la morera, lo cual es posible y económicamente atractivo, ya que los costos de alimentación en la industria porcina representan entre el 66 y 74% de los costos de producción (Magaña, 2001). Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la factibilidad técnica y económica de usar el follaje de morera en la sustitución parcial del alimento concentrado en cerdas gestante y su efecto sobre el comportamiento productivo durante la lactancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán México (21° 04' Lat. N 89° 32' Long. O), a 9 m sobre el nivel del mar y con un clima Aw₀, el cual tiene lluvias en verano y temperatura media anual de 26°C (García, 1981), en el periodo comprendido entre noviembre de 2002 y mayo de 2003.

Animales

Se utilizaron 10 cerdas multíparas y dos nulíparas (Yorkshire x Landrace). En el primer caso, las cerdas fueron incluidas a la prueba después de haber destetado a sus lechones, todas las hembras fueron distribuidas a los diferentes tratamientos después de haberse inseminado y se alojaron en jaulas individuales de 0,70 x 2,10 m, con piso de cemento. Cuatro días antes de la fecha de parto y durante la lactancia, las cerdas fueron alojadas en jaulas de maternidad con rejilla plástica. Durante la gestación y lactancia dispusieron de agua fresca a libertad mediante un bebedero de chupón, colocado encima del comedero.

Durante la gestación las cerdas fueron alimentadas con una de las tres diferentes dietas (tratamientos) las cuales fueron proporcionadas del día de la monta (d 0) hasta el momento del parto y consistieron en alimentación convencional con 2 kg d⁻¹ de alimento a base de maíz-soya (AC); AC más follaje de morera a libre acceso (ACM) y; AC restringida a 1,5 kg d⁻¹ más follaje de morera a libre acceso (ARM); el alimento convencional se les ofreció una vez al día a las 12:00 h y una vez que consumieron todo el alimento se les proporcionó el follaje de morera picado. Durante la lactancia (21 d) todas las cerdas recibieron el alimento concentrado a libre acceso sin morera. En el Cuadro 1 se presenta la composición de las dietas.

El follaje de morera se cosechó diariamente de la parcela experimental aledaña a la granja, abonado con el equivalente a 600 kg de N ha⁻¹ al año con purines porcinos y a una edad de rebrote de 60 días. Se proporcionaron las hojas y los tallos tiernos, los cuales se pasaron por una picadora de forraje.

El consumo de alimento se evaluó todos los días, pesando los rechazos de morera, asimismo, se midió el grosor de la grasa dorsal al momento de la monta y el día 110 de gestación a 65 mm de la línea media en la última costilla por medio de ultrasonido (Renco Lean Meter en el punto P2). Los lechones se pesaron en el primer día de nacidos y al destete; también se registró la mortalidad.

Costos de producción

El costo del follaje de morera disponible en la granja se obtuvo a través de la estimación y adición de las variables: renta de una hectárea de tierra; valor de la energía eléctrica consumida; valor de la depreciación de los activos fijos en relación con la distribución del agua de riego; valor del costo de amortización del establecimiento del cultivar y costos anuales de mantenimiento, cosecha y transporte. El costo total de alimentación de los animales incluyó

el valor del forraje y la dieta convencional estándar durante la gestación y lactancia.

La factibilidad técnica de la sustitución se evaluó mediante la comparación de tratamientos como una función del valor del consumo voluntario, espesor de la grasa dorsal, número y peso de los lechones nacidos vivos y destetados, kg destetados por cerda, intervalo destete – estro y valor del alimento, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por (Kay, 1990).

Análisis estadístico

Para el análisis de varianza se utilizaron medidas repetidas para las variables de peso corporal, espesor de la grasa dorsal en las cerdas, consumo de alimento durante la gestación y lactancia y el peso medio de la lechigada del nacimiento al destete. Para lo cual se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990) y la separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$ (Steel y Torrie, 1988). La cantidad de lechones nacidos vivos fue utilizada como covariable en el tiempo, para cada análisis sobre los pesos medios y los contrastes fueron utilizados para comparar las diferentes combinaciones de tratamientos.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales.

	Gestación	Lactancia
Ingrediente (% del alimento)		
Maíz molido	56,43	67,10
Pasta de soya	28,40	27,18
Salvado de trigo	10,00	
Aceite de soya	2,20	1,52
Carbonato de Calcio	1,12	1,77
Fosfato dicálcico	1,12	1,27
Sal común	0,35	0,71
Premezcla de Vitaminas y minerales ¹	0,38	0,45

¹Aportó las siguientes cantidades por kg de dieta: Vitamina A, 7000 IU; vitamina D3, 1400 IU; vitamina E, 17 mg; riboflavina, 4 mg; niacinamida, 18 mg; ácido d-pantoténico, 7 mg; cloruro de colina, 250 mg; vitamina B12, 15 ug; ácido fólico, 2,4 mg; biotina, 0,1 mg; cobalto, 0,25 mg (como CoSO₄-7H₂O); cobre, 10 mg (como CuSO₄-5H₂O); manganeso, 24 mg (como MnO₂); hierro, 80 mg (como FeSO₄-7H₂O); zinc, 54 mg (como ZnSO₄); iodo, 0,4 mg (como KI); selenio, 0,15 mg (como Na₂SeO₃-5H₂O).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de las cerdas

El consumo total de materia seca durante la gestación fue 18.48 y 20,96% mayor ($P < 0,05$) en las cerdas del grupo ACM con respecto a los grupos AC y ARM y a su vez, el consumo fue similar ($P > 0,1$) entre AC y ARM (Cuadro 2); sin embargo, el consumo de follaje fresco de morera fue similar con 1,22 y 1,20 kg de MS d^{-1} para ACM y ARM. En las Figuras 1 y 2 aparece el consumo diario de morera; se puede observar que el consumo se incrementó después del d 70 de gestación en casi todas las cerdas, excepto en aquellas que gestaban mayor cantidad de fetos (alrededor del d 61) o con baja prolificidad (d 102) en ACM (Figura 1). En el grupo ARM no incrementó su consumo y disminuyó después del d 102 (Figura 2). El consumo fue similar al observado por Sarría (1994), al sustituir el 30% de la proteína de la dieta con follaje de *Trichantera gigantea*, en cerdas alimentadas con jugo de caña como fuente de energía, sin que se afectara el comportamiento productivo de las cerdas.

El grosor de la grasa dorsal tanto de las cerdas adultas como de las primerizas fue similar ($P > 0,01$)

entre tratamientos y fue aproximadamente 2 mm menor hacia el final de la gestación (Cuadro 3), con respecto al momento de la monta. Lo que probablemente estuvo asociado a la disponibilidad de energía por la restricción alimenticia y al efecto inhibitorio de la fibra sobre la síntesis de grasa (Baer *et al.*, 1997), dado que la alimentación con dietas ricas en fibra incrementan el flujo de nutrientes a través del tracto digestivo, no obstante, las características de la fibra influyen en la digestibilidad de la energía (Serena *et al.*, 2008). Por su parte, Santos y Lean (2002) observaron que la ganancia total de peso en cerdas primíparas en pastoreo de la monta al destete se incrementó linealmente con el nivel de alimentación; sin embargo, las cerdas que consumieron la dieta con 19 MJ de ED d^{-1} mostraron pérdidas en la grasa dorsal. En contraste, Díaz *et al.*, (2003) no observaron diferencias en el grosor de la grasa dorsal en cerdas gestantes manejadas tanto en pastoreo como en jaulas en sistemas intensivos, el cual se incrementó en 4 mm. La restricción alimenticia durante la gestación utilizando dietas basadas en granos de cereales y suplementos proteínicos como la pasta de soya corresponde aproximadamente al 50 ó 60% de la

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de morera en la dieta de cerdas gestantes sobre el consumo total de alimento durante la gestación y lactancia.

	Dieta convencional		
	100 %	100 % + M	75 % + M
Gestación			
Dieta convencional (kg)	205,20	205,20	153,90
Morera (kg DM)	0,00	46,44 ± 0,046	45,47 ± 0,086
Total	205,20 ^b	251,64 ± 42,51 ^a	199,37 ± 56,56 ^b
Costo de la dieta convencional (US \$)	45,85	45,85	34,38
Costo de alimentación con morera	0,00	1,13	1,11
Costo total	45,85	46,98	35,49
Lactancia			
Consumo de alimento	104,6 ± 0,048 ^b	123,4 ± 8,06 ^a	119,5 ± 5,79 ^a

Medias con literales distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

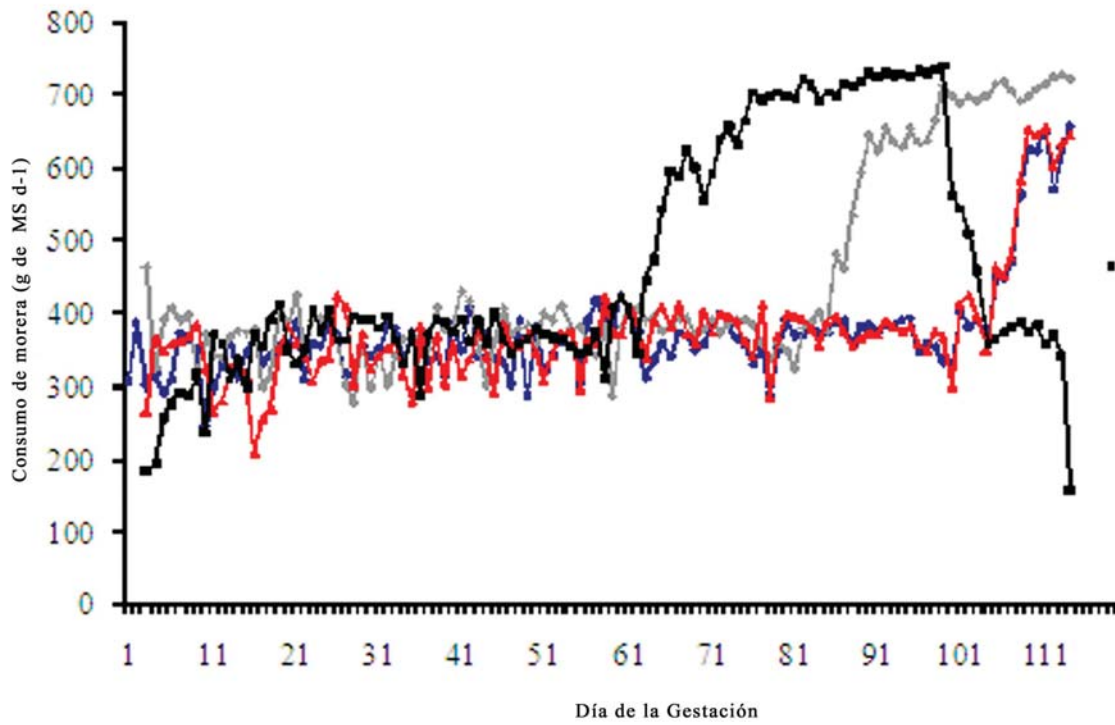


Figura 1. Consumo de morera en cerdas alimentadas con 2 kg d-1 de la dieta convencional (CM) durante la gestación

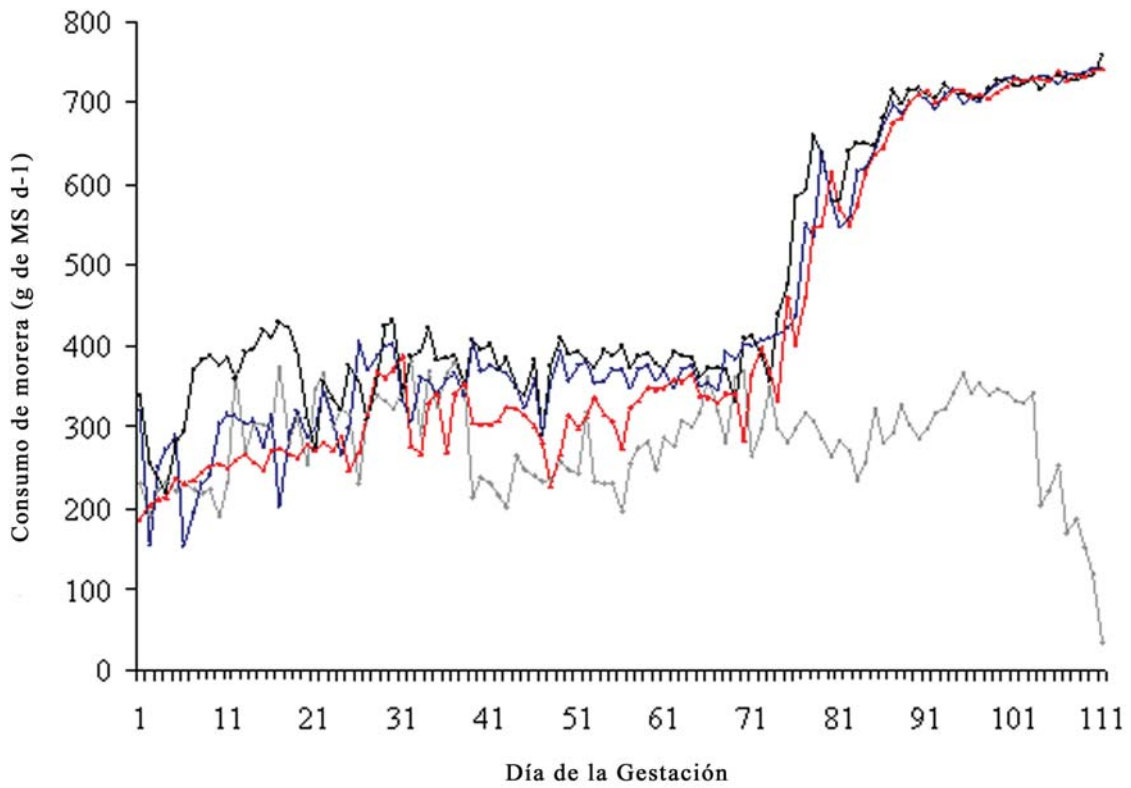


Figura 2. Consumo de morera en cerdas alimentadas con 1,5 kg d-1 de la dieta convencional (CRM) durante la gestación

alimentación a libertad (Mroz and Tarkowski, 1991). Por lo que se ha sugerido que una de las razones del uso de la fibra durante la gestación puede estar relacionado con el incremento productivo durante la lactancia (Veum *et al.*, 2009).

El número de lechones nacidos vivos y destetados fue similar entre tratamientos, al igual que el peso al nacimiento (Cuadro 4), lo que coincide con Guillemet *et al.*, (2007), Darroch *et al.*, (2008) y Quesnel *et al.*, (2009); por el contrario Veum *et al.*, (2009) observaron un incremento en el tamaño de la camada y el peso de los lechones al nacimiento en

cerdas que recibieron paja de trigo durante tres ciclos reproductivos sucesivos, lo cual puede estar asociado a que las cerdas alimentadas con dietas altas en fibra durante la gestación están más tranquilas al momento del parto y consecuentemente la duración del proceso es menor (Guillemet *et al.*, 2007).

El peso al destete de los lechones fue mayor ($P < 0,05$) en los tratamientos con morera durante la gestación, lo cual estuvo asociado a un mayor consumo de alimento (Cuadro 2), lo que concuerda con Quesnel *et al.*, (2009) y Veum *et al.*, (2009), no así con Darroch *et al.*, (2008), quienes no observaron

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de morera en la dieta de cerdas gestantes sobre los cambios en el grosor de la grasa dorsal durante la gestación (Medias con mínimos cuadrados \pm desviación estándar).

	Dieta convencional		
	100 %	100 % + M	75 % + M
Inicio de la gestación (mm)	13,75 \pm 1,70	15,50 \pm 2,38	13,50 \pm 1,29
Final de la gestación (mm)	12,00 \pm 0,81	13,50 \pm 2,64	11,25 \pm 0,50
Diferencia (mm)	-1,75 \pm 0,95 ^a	-2,00 \pm 1,63 ^a	-2,25 \pm 0,95 ^a

* Medias con literales distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Cuadro 4. Efecto de la inclusión de morera en la dieta de cerdas gestantes sobre el comportamiento durante el parto y destete (Medias con mínimos cuadrados \pm desviación estándar).

	Dieta convencional		
	100 %	100 % + M	75 % + M
Lechones nacidos vivos	9,75	9,00	11,00
Lechones nacidos muertos	0,75 \pm 0,50 ^a	0,50 \pm 0,57 ^a	0,75 \pm 0,95 ^a
Lechones destetados	9,75	8,75	10,25
Peso al nacimiento (kg)	1,35 \pm 0,52 ^a	1,51 \pm 0,22 ^a	1,34 \pm 0,10 ^a
Peso al destete (kg)	5,40 \pm 0,51 ^b	6,30 \pm 1,07 ^a	6,07 \pm 0,26 ^a
Ganancia al destete (21 d)	4,05 \pm 0,18 ^b	4,79 \pm 0,87 ^a	4,73 \pm 0,21 ^a

* Medias con literales distintas difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

un incremento en el consumo de alimento durante la lactancia en las cerdas que consumieron dietas altas en fibra en la gestación.

El intervalo entre el parto y la concepción tuvo una tendencia ($P < 0,1$) a disminuir en las cerdas que recibieron morera durante la gestación con respecto al grupo control con $34,5 \pm 12,3$ y $42,0 \pm 15,0$ d para los grupos ACM y ARM vs. $62,5$ $34,8$ para el grupo control; lo que concuerda con los resultados de Farmer *et al.*, (1996), quienes observaron una mayor tendencia en la presentación de celos en los primeros 10 días en cerdas que consumieron una dieta voluminosa durante la gestación con respecto a la alimentación restringida tradicional. Independientemente del sistema de alimentación durante la gestación no se afectó el intervalo al primer estro postdestete (Darroch *et al.*, 2008; Veum *et al.*, 2009).

Costos de alimentación

El costo del follaje fresco de morera en la granja fue de \$25,30 dólares la tonelada de materia seca, mientras que los valores de los costos fijos y costos variables fueron \$11,00 y \$14,30 dólares. Los productores solamente estiman los costos considerando los costos variables, con lo que se sub-estima el costo real; indudablemente, en los sistemas intensivos de producción, los costos de alimentación son los más importantes y su magnitud indica el nivel de utilidades (precio de venta). Con fuentes alternativas de alimentos de menor costo en la alimentación de las cerdas gestantes, los productores tendrían más ingresos (Cuadro 4). Los costos de alimentación de las cerdas gestantes con ARM disminuyeron en 22,6% con respecto a las cerdas con AC, sin afectar la respuesta productiva. En consecuencia, es técnicamente factible la sustitución parcial de una dieta convencional estándar con follaje de morera durante la gestación. Por otra parte, el costo de producción en el grupo con ACM fue mayor, pero se observó una ventaja en el bienestar de las cerdas, dado que estas no mostraron conductas estereotipadas tales como los movimientos orales sin alimento en la boca, morder las divisiones de las jaulas o agresividad, lo que concuerda con las observaciones de De leeuw *et al.*, (2004) y De leeuw *et al.*, (2008).

Las fuentes fibrosas de alimentos en cerdas gestantes podrían representar una alternativa en la disminución en los costos de alimentación en

las regiones tropicales, en este sentido, Basto *et al.* (1993), obtuvieron un ahorro de 34% en los costos de producción de las cerdas gestantes cuando se les proporcionó *Alocasia macrorrhiza* sin que se presentaran efectos negativos sobre la productividad. Por su parte, Cuarón *et al.*, (1979), evaluaron la productividad de cerdas gestantes alimentadas con alfalfa en sustitución de una dieta a base de sorgo – soya durante dos ciclos reproductivos y encontraron una eficiencia reproductiva similar pero con menor costo de producción.

Cuando se consideran diferentes finalidades de los sistemas de producción tales como: granjas de ciclo completo, venta de destetes y animales finalizados y, únicamente venta de destetes, la reducción en los costos de producción durante la gestación es diferente. En este sentido, Magaña *et al.*, (2002), indican que los costos relativos de alimentación de las cerdas para productores semi-tecnificados del sector privado representaron el 15,1% en las granjas de ciclo completo, 21,4% en las granjas con venta de destetes y cerdos finalizados y 77% en las granjas con venta exclusiva de destetes. Por lo que en el último sistema de producción el uso de morera en la alimentación de las cerdas gestantes representaría la mayor economía en los costos de producción.

CONCLUSIONES

La sustitución parcial del alimento convencional por follaje de morera durante la gestación resulta técnica y económicamente factible, dado que el costo de alimentación de las cerdas alimentadas con el 75% del concentrado y follaje de morera a libre acceso tuvo una economía de 22,6% con respecto a las cerdas alimentadas de manera convencional, por lo que su uso representa una alternativa real en la reducción en los costos de producción

LITERATURA CITADA

- Baer, D. J., W. V. Rumpler, C. W. Miles and G. C. Fahey, Jr. 1997. Dietary fiber decreases the metabolizable energy content and nutrient digestibility of mixed diets fed to humans. *J. Nutr.* 127: 579–586,
- Basto, G. G., O. R. Sabogal y A. H. Arango. 1993. El Bore (*Alocasia macrorrhiza*) reduce costos en la alimentación de cerdas. ICA. Revista Carta

- Ganadera XXX No. 9. Bogotá Colombia. 27-30 p.
- Cuarón, I. J., A. Robles and A. S. Shimada. 1979. Empleo de la alfalfa (*Medicago sativa*) deshidratada en la alimentación de cerdas gestantes. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Técnica Pecuaria en México. SARH. Julio-Diciembre. No. 37.
- Darroch, C. S., C. R. Dove, C. V. Maxwell, Z. B. Johnson and L. L. Southern. 2008. A regional evaluation of the effect of fiber type in gestation diets on sow reproductive performance. *J Anim Sci*. 86:1573-1578.
- De Leeuw, J. A., A. W. Jongbloed and M. W. A. Verstegen. 2004. Dietary fiber stabilizes blood glucose and insulin levels and reduces physical activity in sows (*Sus scrofa*). *J Nutr*. 134:1481 – 1486.
- De Leeuw, J. A., J. E. Bolhuis, G. Bosch and W. J. J. Gerrits. 2008. Symposium on 'Behavioural nutrition and energy balance in the young'. Effects of dietary fibre on behaviour and satiety in pigs. *Proc Nutr Soc*. 67 334 – 342.
- Díaz, E. V. F., R. B. Chavarria y F. R. Belmar C. 2003. Comparación de la productividad de cerdas bajo dos sistemas de producción. En memorias del VII encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Mayo 2 y 3. Mérida, Yucatán, México.
- Farmer, C., S. Robert and J. J. Matte. 1996. Lactation Performance of Sows Fed a Bulky Diet During Gestation and Receiving Growth Hormone-Releasing Factor During Lactation. *J. Anim. Sci*. 74:1298–1306.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 252 p.
- Guillemet, R., J. Y. Dourmad and M. C. Meunier-Salaün. 2006. Feeding behavior in primiparous lactating sows: Impact of a high-fiber diet during pregnancy. *J Anim Sci* 84:2474-2481.
- Guillemet, R., A. Hamard, H. Quesnel, M.C. Père, M. Etienne, J. Y. Dourmad and MC Meunier-Salaün. 2007. Dietary fibre for gestating sows: effects on parturition progress, behaviour, litter and sow performance. *Animal* 1:6, 872–880.
- Holzgraefe, D. P., A. H. Jensen, G. C. Fahey, Jr. and R. R. Grummer. 1986. Effects of dietary alfalfa-orchardgrass hay and lasalocid on sow reproductive performance. *J Anim Sci* 62:1145-1153.
- Kay, R. 1990. Administración agrícola y ganadera. Editorial CECSA. México D.F.
- Magaña, M. M. A. 2001. Rentabilidad y efectos de política en la producción de carne de cerdo en el estado de Yucatán. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México.
- Magaña, M. M. A., J. A. Matus-Gardea, R. García-Mata, M. J. Santiago-Cruz, M. A. Martínez-Damian y A. Martínez-Garza. 2002. Rentabilidad y efectos de política económica en la producción de carne de cerdo en Yucatán. *Agrociencia* 36 (6):737-747.
- Matte, J. J., S. Robert, C. L. Girard, C. Farmer and G. P. Martineau. 1994. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. *J. Anim. Sci*. 72: 1754-1760.
- Mroz, Z. and A. Tarkowsky. 1991. The effects of the dietary inclusion of sidamental (*Malvaceae*) for gilts on the reproductive performance, apparent digestibility, rate of passage and plasma parameters. *Livest Prod Sci*. 27: 199-210.
- Quesnel, H., M. C. Meunier Salaün, A. Hamard, R. Guillemet, M. Etienne, C. Farmer, J. Y. Dourmad and M. C. Père. 2009. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. *J. Anim Scie*. 87:532-543.
- Robert, S., J. J. Matte, C. Farmer, C. L. Girard and G. P. Martineau. 1993. High fiber diets for sows: Effects on stereotypies and adjunctive drinking. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 37, 297-309.
- Santos, R. R. H. and I. J. Lean. 2002. Effect of feed intake during pregnancy on productive performance and grazing behaviour of primiparous sows kept in an outdoor system

- under tropical conditions. *Livestock Production Sci.* 77:13-21.
- Sarria, P. 1994. Efecto del nacedero (*Trichanthera gigantea*) como reemplazo parcial de la soya en cerdas en gestación y lactancia recibiendo una dieta básica de jugo de caña. CIPAV, AA20591 Cali, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 6: Number 1, March. (in Spanish).
- SAS. 1990. SAS User's Guide (Vol. 2). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Serena, A., H. Jørgensen and K. E. Bach Knudsen. 2008. Digestion of carbohydrates and utilization of energy in sows fed diets with contrasting levels and physicochemical properties of dietary fiber. *J Anim Sci.* 86:2208-2216.
- Serena, A., H. Jørgensen and K. E. Bach Knudsen. 2009. Absorption of carbohydrate-derived nutrient in sows as influenced by types and content of dietary fiber. *J Anim Sci.* 87: 136 – 147.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill, México. 622 p.
- Terlouw, EMC., A. B. Lawrence and A. W. Illius. 1991. Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. *Anim Behav.* 42:981-991.
- Vestergaard, E. M. 1997. The Effect of Dietary Fibre on Welfare and Productivity of sows. Ph. D. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Veum, T. L., J. D. Crenshaw, T. D. Crenshaw, G. L. Cromwell, R. A. Easter, R. C. Ewan, J. L. Nelssen, E. R. Miller, J. E. Pettigrew and M. R. Ellersieck. 2009. The addition of ground wheat straw as a fiber source in the gestation diet of sows and the effect on sow and litter performance for three successive parities. *J Anim Sci.* 87:1003–1012.

Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de Caña de Azúcar (*Saccharum* spp.)

Jorge A. Borges*, Yanireth Bastardo, Espartaco Sandoval, Mariana Barrios y Rogelio Ortega

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, (INIA) Km.3, Sector La Ermita, Municipio Cocorote del estado Yaracuy.

*Correo electrónico: jborges@inia.gob.ve.

RESUMEN

Se estudió el efecto de la adición de 1%, 2% y 3% de urea y dos fermentaciones (FAe= aeróbica y FAn= anaeróbica), sobre parámetros fermentativos y microbiológicos en microsilos con caña de azúcar, confeccionados en bolsas de polietileno negro de capacidad 3 Kg. Los tratamientos evaluados fueron: caña sola (testigo) y caña adicionada con 3 niveles de urea en función del peso fresco, sometidos a 2 fermentaciones durante 30 d. Se evaluaron las variables Materia Seca (MS), nitrógeno amoniacal (N-NH₃), pH y recuento de flora fúngica, estos dos últimos a las 0, 24 y 48 h de exposición aeróbica post-fermentación. Se utilizó un diseño factorial 4 x 2 (4 tratamientos x 2 fermentaciones) con 3 repeticiones. Los datos obtenidos fueron procesados a través del programa estadístico InfoStat. Se observó mayor porcentaje de MS con la adición de urea al 1% bajo ambas fermentaciones (FAn= 23,02% y FAe= 26,45%), disminuyendo a medida que se incrementó el nivel de urea en los microsilos. En cuanto al porcentaje de N-NH₃ se evidenció un ascenso a medida que se aumentó los niveles de urea, obteniéndose los mayores valores para FAn (2,13%) y FAe (1,45%) al adicionar urea al 3%. Fueron encontrados valores de pH aceptables para la FAn (3,43; 4,38 y 4,54), después de ser sometida la masa ensilada a condiciones aeróbicas durante 0, 24 y 48 h respectivamente, mientras que para FAe (3,26; 3,93 y 5,90) llegó a niveles cercanos a la neutralidad transcurridas 48 h. En cuanto al desarrollo fúngico, se corroboró el efecto fungistático de la urea a partir del 1% de concentración, aún cuando el silo estuvo expuesto al aire por 48 h, siendo *Aspergillus* sp. la especie más resistente a los tratamientos. En conclusión, la adición de urea al 1% en silajes de caña de azúcar contribuye a mantener la estabilidad del silo una vez expuesto a condiciones aeróbicas pos-fermentación.

Palabras clave: Deterioro aeróbico, silaje, caña de azúcar, desarrollo fúngico.

Effect of the urea addition and type of fermentation in the sugarcane silage stability

ABSTRACT

The effect of the addition of 1%, 2% and 3% urea levels and two fermentations (FAe = aerobic and FAn = anaerobic) on fermentation and microbiological parameters were study in sugarcane microsilos, made in 3 kg black polyethylene bags capacity. Treatments were: sugarcane (control) and sugarcane added to the 3 levels of urea in fresh weight basis, subject to the 2 fermentations for 30 days. Variables evaluated were dry matter (DM), ammonia nitrogen (N-NH₃), pH and counting of fungal flora, the latter two at 0, 24 and 48 hours post-fermentation aerobic exposure. We used a factorial design 4 x 2 (4 treatments x 2 fermentation) with 3 replications. The data were processed through InfoStat program. Showed higher percentage of MS with the addition of urea to 1% in both fermentations (FAn = 23.02% and FAe= 26.45%), decreasing as increased the level of urea in the microsilos. As the percentage of N-NH₃ rise was observed as it increased the levels of urea, yielding the highest values for FAn (2.13%) and FAe (1.45%) to add 3% urea. pH values were found acceptable to the FAn (3.43, 4.38 and 4.54) after the silage mass to be subjected to aerobic conditions for 0, 24 and 48 hours respectively, while for FAe (3.26; 3.93 and 5.90) reached levels close to neutrality within 48 hours. With regard to fungal development, was

corroborated fungistatic effect of urea from 1% concentration, even when the silo was exposed to air for 48 hours, with *Aspergillus* sp. the species most resistant to treatment. In conclusion, the addition of urea to 1% in sugarcane silage helps maintain the stability of the silo once exposed to aerobic post-fermentation conditions.

Keywords: Aerobic deterioration, silage, sugar cane, fungal development.

INTRODUCCIÓN

El uso de la caña de azúcar para la alimentación de rumiantes ha venido incrementándose continuamente como una alternativa durante la época seca en los sistemas ganaderos de doble propósito del país, suministrándose tanto fresca como conservada mediante la técnica del ensilaje.

Por esta razón, la búsqueda de información sobre las tecnologías para elaborar silajes de caña de azúcar, así como los resultados de su uso en el desempeño productivo de los animales está siendo demandada, lo que justifica las investigaciones respectivas a esta alternativa. Entretanto, una de las grandes barreras para la confección de estos ensilajes es la intensa fermentación alcohólica que ocurre cuando esta planta es ensilada sola, debido a la gran población de levaduras, naturalmente, presentes en la caña de azúcar en el momento de ensilarla (Lopes y Evangelista, 2010).

Trabajos realizados por Lima *et al.*, (2002) y Molina *et al.*, (2002), han demostrado que silajes de caña de azúcar a los cuales se les adicionaron de 0,5 a 1,5% de urea presentaron mejores patrones fermentativos y composición bromatológica.

La urea depende de la hidrólisis que realizan las ureasas microbianas y/o vegetales y de la presencia de agua para su transformación en amoníaco, reaccionando para formar hidróxido de amonio y cierta cantidad de gas amoniacal, lo que provoca un aumento en el pH (Brown, 1993).

De acuerdo a Rodríguez-Romero *et al.*, (2002), el crecimiento de los microorganismos está influenciado por el pH del medio donde se encuentran. Los mohos y levaduras crecen dentro de un intervalo de pH entre 5 y 6, mientras que los pH ácidos y la alcalinidad inhiben el crecimiento microbiano (Tortora *et al.*, 1993).

El principio fundamental de la conservación de forrajes ensilados es lograr rápidamente una

disminución del pH, a través de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas y el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo (Woolford, 1990). Cuando el deterioro aeróbico tiene lugar, hay cambios en los parámetros químicos del forraje ensilado. El nivel de pH tiende a aumentar, el amoníaco y las aminas se acumulan, y los niveles de ácidos orgánicos tienden a disminuir (Jonsson, 1989). La susceptibilidad al deterioro aeróbico del ensilaje está determinada por factores físicos, químicos y microbiológicos, tales como el contenido de MS en el ensilaje, tamaño de las partículas ensiladas, velocidad de llenado, densidad de embalaje en el silo, entre otros (Johnson *et al.*, 2002).

Por su parte Jobim y Gonçalves (2003), advirtieron sobre el efecto de la entrada de aire al ensilado, ya que el oxígeno promueve la actividad de microorganismos deteriorantes y reductores de los azúcares solubles y ácidos orgánicos, resultando en un incremento del pH y disminución en la digestibilidad y contenido de energía. En consecuencia, los ensilajes deteriorados pueden conducir a pérdidas económicas elevadas y bajo desempeño productivo en los animales.

Durante los últimos años, mucho se ha mejorado la calidad de los procesos de fermentación del silaje, desafortunadamente lo mismo no puede decirse de la estabilidad aeróbica de los ensilados durante su apertura y uso (Honig *et al.*, 1999). La mejoría en la eficiencia de fermentación implicó una reducción en la formación de ácidos butírico, propiónico y acético, ácidos que naturalmente tiene actividad antimicótica. Generalmente, es por esta razón, que los ensilajes bien conservados se consideran más susceptibles al deterioro aeróbico por crecimiento de levaduras y hongos, en comparación con los ensilajes que tuvieron procesos de fermentación más pobres (Cai *et al.*, 1999).

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que tiene la adición de tres niveles de urea y dos tipos de fermentación sobre los

parámetros fermentativos y microbiológicos de silajes de caña de azúcar, como indicadores de la estabilidad aeróbica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo fue realizado en el INIA Yaracuy Planta Sede, zona caracterizada como Bosque Seco Tropical (BsT), de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1967). Los datos climáticos de los últimos 3 años para la zona reportan promedios de temperatura de 24,39°C, precipitaciones de 79,97 mm y humedad relativa del 76,34%.

Para la realización de este trabajo se confeccionaron microsilos de laboratorio a partir de caña de azúcar cosechada el mismo día, procedente de un lote diferido de 16 meses de edad, variedad PR69-2176 y ubicado en el municipio Manuel Monge del estado Yaracuy, zona de clasificada como Bosque Seco Tropical en Transición según Holdridge (1967). La caña fue cosechada de forma manual, aprovechando tallos, hojas y cogollos, siendo repicada en partículas de aproximadamente 0,5 cm., usando una picadora mecánica a gasolina, marca SANDI, modelo MP-500 de fabricación en el país. Se tomaron 3 Kg de caña repicada para preparar las mezclas según los tratamientos descritos a continuación:

T1: Caña de azúcar repicada (100%).

T2: Caña de azúcar repicada + 30 gr. de Urea (1%)

T3: Caña de azúcar repicada + 60 gr. de Urea (2%)

T4: Caña de azúcar repicada + 90 gr. de Urea (3%)

Los porcentajes de urea perlada (Marca Pequiven) agregados a los tratamientos fueron en base al peso fresco total de la caña ensilada. Cada mezcla fue preparada por separado, compactada y sellada en bolsas doble de polietileno negro tipo jardinería, de capacidad 10 kg. Se prepararon tres microsilos por tratamiento bajo fermentación anaeróbica (compactados) y replica sin compactar para garantizar la presencia de aire en su interior (fermentación aeróbica). Los microsilos fueron almacenados por un período de 30 d, a temperatura ambiente dentro de un depósito con iluminación natural (12 h luz – 12 h oscuridad), sin radiación solar directa. Cumplidos los 30 d de fermentación, se procedió a aperturar los microsilos, tomando muestras representativas de aproximadamente 500 g en cada uno, previa

homogeneización del material ensilado, a las cuales se les realizaron las siguientes evaluaciones:

pH: se tomaron 10 g de muestra a los cuales se les adicionó 90 mL de agua destilada en un beaker, agitándose con una varilla de vidrio y filtrando posteriormente la solución. Se determinó el pH directamente a través de un potenciómetro con electrodo de vidrio (Oakton pH Meter 510 Series).

Materia Seca: Según norma COVENIN 1553-80 para la determinación de humedad.

Nitrógeno amoniacal (N-NH₃): Según norma COVENIN 1195-80 para determinaciones de nitrógeno por el método de Kjeldahl.

Recuento e identificación de flora fúngica: Se trituraron 10 g de la muestra colocándose en un erlenmeyer con 90 mL de agua de peptona al 0,1% (dilución 10⁻¹). Se procedió a agitar la mezcla durante 5 minutos en agitador rotatorio (Digisistem Vortex Mixer 2000), transfiriéndose, posteriormente, una alícuota (1 mL) de la solución matriz a tubos con 9 mL de agua de peptona 0,1% (dilución 1 – 100). Se sembró en superficie 0,1 mL de la dilución final en medio papa-dextrosa-agar (PDA) por duplicado, las cuales fueron colocadas dentro de una cámara de flujo laminar (Marca C4, modelo CSB-85) a 25°C durante 5 d con intermitencia de 12 h luz – 12 h oscuridad. Se realizó el recuento expresándose los resultados como unidades formadoras de colonias/gramo (UFC/g).

A partir de estas colonias se hicieron repicajes y siembras nuevamente en medio PDA, se sometieron a las condiciones de luz y temperatura anteriormente mencionadas, y posterior a su crecimiento se procedió a su identificación. Todo esto se realizó adaptado a la metodología descrita por Carrillo (2003) para el procesamiento microbiológico de muestras de forrajes. Tanto la evaluación de pH como el recuento de flora fúngica se realizaron para los tiempos 0, 24 y 48 h de exposición aeróbica luego de ser abiertos.

Se utilizó un diseño factorial 4 x 2 (4 tratamientos x 2 fermentaciones evaluadas), con 3 repeticiones cada uno. Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza y separación de medias a través de la prueba de Tukey, con el uso del programa estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación sobre la MS y concentración de nitrógeno amoniacal

Se observaron mayores porcentajes de MS en el tratamiento adicionado con 1% de urea en ambas fermentaciones, y entre éstas, los microsilos fermentados en presencia de aire (FAe), mostraron mayor contenido de MS (26,45%). También se observó disminución de la misma a medida que se incrementó el contenido de urea en los microsilos (Cuadro 1).

Los promedios de ambas fermentaciones para MS mostraron poca diferencia entre ellos (± 1), evidenciando poco efecto de la presencia de aire dentro del microsililo sobre el porcentaje final de esta variable. Resultados similares fueron reportados por Araujo-Febres *et al.*, (1996) y Selaman (2004), en silajes de pasto elefante enano y King Grass, respectivamente, ambos adicionados con urea al 3%. Ferreira *et al.*, (2007), reportó el mismo efecto en silajes de caña de azúcar adicionados con 0,5% de urea a partir del primer día de fermentación.

Por su parte, López *et al.*, (1976), asociaron las pérdidas de MS por pudrición en silajes con la adición de urea o amoniac. La reducción de MS se relaciona con disminución de contenido celular, especialmente de los carbohidratos solubles durante la fermentación (Woolford, 1984). McDonald *et al.*, (1991), informó que otras vías comunes de pérdidas de MS son la producción de residuos y la pérdida de agua como resultado de las reacciones metabólicas, coincidiendo

con lo expresado a su vez por Lopes y Evangelista (2010), ya que en el caso de la caña de azúcar ensilada, el rápido inicio del proceso fermentativo se debe al elevado número de levaduras que se encuentran en el material de forma natural, por lo que las pérdidas de MS causada por el metabolismo de estos organismos puede llegar a ser bastante significativa.

Los valores porcentuales del N-NH₃ presentes en base seca en los microsilos experimentales muestran un comportamiento creciente a medida que se incrementan los niveles de urea adicionados a los mismos (Cuadro 1), obteniéndose mayores concentraciones en aquellos microsilos adicionados con el mayor porcentaje de urea (T3= 3% urea). En comparación, los tratamientos bajo fermentación anaeróbica mostraron mayor incremento en los niveles de N-NH₃, que aquellos fermentados en condición aeróbica, mientras que la diferencia observada entre los promedios de ambas fermentaciones es baja (0,22). Esto permite inferir que la presencia de oxígeno dentro del silo facilita la volatilización de este compuesto en forma de amoniac, el cual fue liberado al momento de aperturar los microsilos.

Valores cercanos a los encontrados en este trabajo fueron señalados por Urdaneta *et al.*, (2009), en silajes de caña adicionados con 3% de urea los cuales presentaron un valor de 4,86% de N-NH₃. En contraposición, no se encontró concordancia con los resultados señalados por Ferreira *et al.*, (2007) y Castro Neto *et al.*, (2008), quienes reportan valores de 29,93 y 33,3% de N-NH₃ en silajes de caña adicionados con 0,5% de urea, lo cual es indicativo de mala fermentación en el silo. Una rápida y adecuada

Cuadro 1. Contenidos de Materia Seca y nitrógeno amoniacal en silajes de caña de azúcar adicionados con diferentes niveles de urea y sometidos a dos tipos de fermentaciones.

Tratamientos	Materia Seca (%)		Nitrógeno amoniacal (%)	
	FAn	FAe	FAn	FAe
Caña	21,38	18,21	0,37	0,66
Caña + Urea 1%	23,02	26,45	0,87	0,68
Caña + Urea 2%	19,92	22,60	1,56	1,24
Caña + Urea 3%	18,78	20,03	2,13	1,45
Promedios \pm DE	20,8 \pm 1,8	21,8 \pm 3,6	1,23 \pm 0,8	1,01 \pm 0,4
Dif. entre fermentaciones	± 1		$\pm 0,22$	

FAn: fermentación anaeróbica; FAe: fermentación aeróbica.

compactación durante el proceso del ensilaje contribuye a que ocurra una baja tasa de proteólisis en el material ensilado, produciéndose entonces bajas concentraciones de N-NH₃.

Al ser hidrolizada por la ureasa, la urea es transformada en N-NH₃ que reacciona con agua para producir hidróxido de amonio (Sundstol y Coxworth, 1984), elevando la concentración de N-NH₃. En principio, esta reacción parece ser indeseable, pero en silajes de caña de azúcar la presencia del amoníaco puede ser una ventaja al controlar la presencia de levaduras (Siqueira *et al.*, 2007).

Efecto de la adición de urea y los tipos de fermentación sobre el pH y los períodos de exposición aeróbica

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de pH para ambas fermentaciones y períodos de exposición aeróbica. Los tratamientos bajo fermentación anaeróbica mantuvieron niveles de acidez aceptables al aperturar los microsilos luego de 30 d de fermentación, según los rangos señalados por Gutiérrez (2009), e incluso se mantuvieron estables luego de ser sometidos a exposición aeróbica durante 24 y 48 h pos-fermentación. Por su parte, los tratamientos bajo fermentación aeróbica mostraron un comportamiento similar a los anteriores durante las h 0 y 24 de exposición aeróbica pos-fermentación, notándose un incremento del pH a las 48 h, alcanzando niveles cercanos a la neutralidad. En ambos casos, los microsilos a los cuales se les adicionó urea presentaron valores relativamente mayores a los del testigo, con diferencias significativas entre los tratamientos y

las fermentaciones, siendo común encontrar mayor acidez en aquellos microsilos donde no se adicionó urea (testigos).

Los resultados de pH inicial pos-fermentación (0 h) coinciden con los encontrados por Lima *et al.*, (2002) y Siqueira *et al.*, (2007), quienes reportaron valores de pH 3,75 y 4,2 respectivamente en silajes de caña de azúcar con 60 d de almacenamiento, a los cuales se les adicionó 1,5% de urea. En trabajo previo, Borges y Urdaneta (2009) indujeron el deterioro aeróbico en silajes de caña + urea (3%), encontrando valores finales de pH 9,16, así como un aumento del mismo en silajes bajo fermentación anaeróbica sometidos a 72 h de exposición aeróbica pos-fermentación (de 4,8 a 7,7). Al respecto, Rodríguez *et al.*, (1997), concluyen que la estabilidad de los ensilajes depende de la especie, contenido de MS y duración de la fermentación del material ensilado, demostrando a su vez que el deterioro de ensilajes ocurre después de 2 de que el material es expuesto a condiciones aeróbicas.

La velocidad de mantenimiento del pH resulta más importante que el pH final, pues es directamente proporcional a la disminución de la acción de los microorganismos indeseables en el silo y aisladamente no es suficiente para impedir el desenvolvimiento de las levaduras, debido a que el ácido láctico tiene bajo poder fungicida (McDonald *et al.*, 1991).

Efecto de la adición de urea y los tipos de fermentación sobre la presencia y desarrollo de flora fúngica

Las principales especies de hongos identificadas en los microsilos fueron: *Aspergillus flavus*,

Cuadro 2. Valores de pH en silajes de caña de azúcar adicionados con diferentes niveles de urea, sometidos a dos fermentaciones y dos periodos de exposición aeróbica pos-fermentación.

Tratamientos	pH					
	Fermentación anaeróbica			Fermentación aeróbica		
	0h	24h	48h	0h	24h	48h
Caña	3,18 ^c	4,72 ^a	4,17 ^b	3,15 ^b	3,33 ^b	4,65 ^c
Caña + Urea 1%	3,32 ^{abc}	4,65 ^a	4,94 ^a	3,17 ^{bc}	4,50 ^a	6,14 ^{ab}
Caña + Urea 2%	3,47 ^b	3,92 ^b	4,76 ^a	3,28 ^a	3,84 ^{ab}	6,19 ^{ab}
Caña + Urea 3%	3,77 ^a	4,24 ^{ab}	4,32 ^{ab}	3,45 ^a	4,08 ^{ab}	6,65 ^a
Promedios±DE	3,43±0,3	4,38±0,4	4,54±0,4	3,26±0,1	3,93±0,5	5,90±0,9

Letras distintas indican diferencias significativas (P≤0,05). Prueba de Tukey.

Aspergillus sp., *Fusarium tricinatum*, *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. De estas, sólo *A. flavus* y *Fusarium* sp. se encontraron en los microsilos con urea al 1 y 2%, mientras que para el tratamiento con 3% de urea se encontró solamente *Aspergillus* sp. En evaluaciones realizadas durante el período 2007-2010, Borges *et al.*, (2010), reportaron especies del género *Fusarium* como principales responsables de contaminación y deterioro en silajes de caña de azúcar con y sin aditivos. Reyes *et al.*, (2006), encontraron estos mismos géneros asociados con ensilajes de maíz, obteniendo recuentos promedios de $6,5 \cdot 10^4$ ufc/g para *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp., mientras que para *Fusarium* sp. fue de $3,5 \cdot 10^6$ ufc/g.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Rodríguez-Romero *et al.*, (2002), quienes obtuvieron un comportamiento similar en las especies de hongos encontradas en henolaje amonificado de *B. humidicola*, donde a medida que se incrementaban los niveles de urea, disminuían estas especies, encontrándose también alta resistencia de *Aspergillus* sp. a las aplicaciones de urea. Al respecto, Tortora *et al.*, (1993), señalan que la presencia de materia orgánica y el pH del medio en que están presente los microorganismos podrían determinar si un

agente químico resulta inhibitorio o letal para los microorganismos.

Sin embargo, para los tratamientos sin urea se evidenció un mayor desarrollo de hongos al momento de la apertura del microsilo, incrementándose al ser sometidos a exposición aeróbica durante 2 d (48 h), con mayor expresión en el testigo bajo fermentación aeróbica. Los microsilos adicionados con urea mostraron un perfil bajo para desarrollar colonias fúngicas, durante los 3 tiempos de exposición aeróbica (0, 24 y 48 h) (Figura). Coincide esto también con lo señalado por Rodríguez-Romero *et al.*, (2002), los cuales señalaron un retardo en la aparición de las especies de hongos cuando se le adicionaba urea al henolaje. Esto permite inferir que el amoníaco proveniente de la urea actúa como fungicida hasta cierto nivel para algunas especies, mientras que para otras actúa como fungistático (inhibidor del crecimiento), previniendo la descomposición del material por hongos, tal como se observó en este experimento y en concordancia con los autores anteriormente señalados.

El total de las ufc/g de hongos en un silaje es determinante de su calidad. Van Saun y Heinrichs (2008), señalan conteos de hongos menores a 300.000

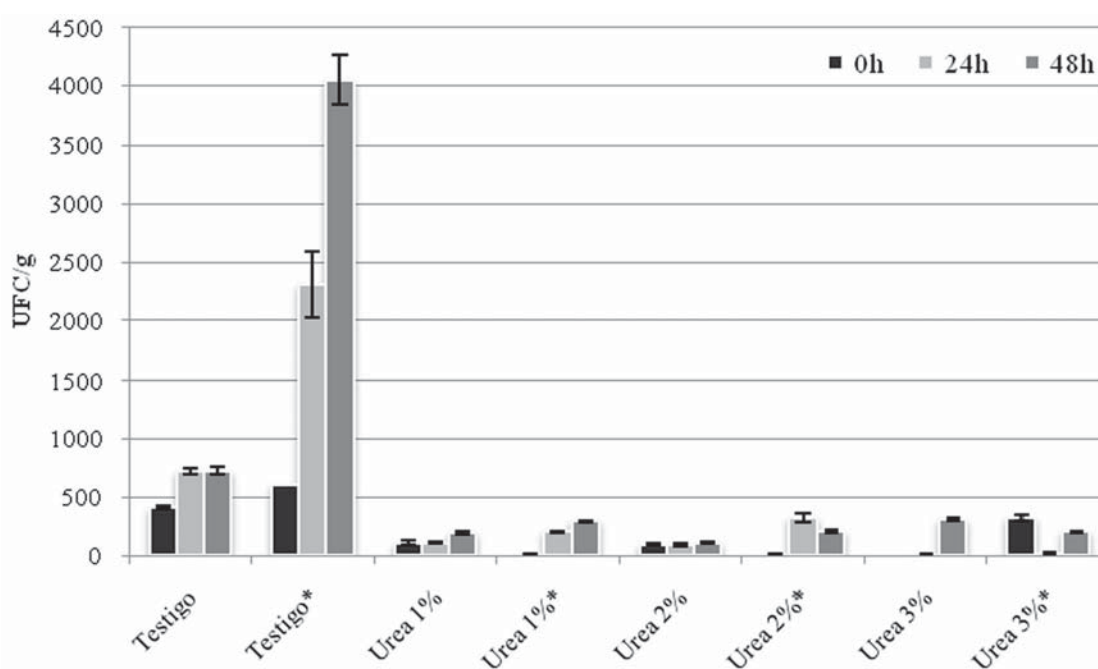


Figura. Recuento de la flora fúngica (ufc/g) presente en microsilos de caña de azúcar adicionados con diferentes niveles de urea y bajo tres periodos de exposición aeróbica pos-fermentación. (*fermentación aeróbica).

ufc/g como indicativos de silajes de calidad, mientras que por encima de 600.000 ufc/g pueden comprometer la calidad del silo; así mismo, contaminaciones extremas que excedan de 1.000.000 ufc/g donde predomine una sola especie fúngica que se considere toxigénica, como es el caso de *Aspergillus*, *Fusarium* o *Penicillium*, puede estar relacionada con la presencia de micotoxinas en el ensilaje.

Asociaciones entre las variables, los tipos de fermentación y los períodos de exposición aeróbica post-fermentación

Se pudo detectar correlación positiva significativa entre los tratamientos (microsilos de caña adicionados con niveles crecientes de urea) y el N-NH₃ ($r = 0,81$ y $P = 0,0159$), así como también correlación altamente significativa entre tratamientos y pH ($r = 0,81$ y $P = <0,0001$). Este comportamiento permite señalar que la adición de urea en niveles crecientes se encuentra asociada directamente con el incremento en los contenidos de nitrógeno amoniacal y del pH, por lo que la adición de porcentajes mayores a los evaluados en esta investigación podrían interferir negativamente en la fermentación y calidad final del silaje.

Para los tipos de fermentaciones se obtuvieron correlaciones positivas significativas para la fermentación anaeróbica entre el tratamiento y N-NH₃ ($r = 1,00$ y $P = 0,0017$), tratamiento y pH a las 0 h pos-fermentación ($r = 0,96$ y $P <0,0001$); para la fermentación aeróbica se detectaron entre tratamiento y pH a las 0 y 48 h pos-fermentación ($r = 0,87$ y $P = 0,0002$ / $r = 0,82$ y $P = 0,0012$), respectivamente, así como no significativa para pH a las 24 h pos-fermentación y la flora fúngica desarrollada a las 24 h ($r = 0,72$ y $P = 0,27$).

Estas asociaciones encontradas y conjuntamente con los resultados encontrados en esta investigación nos permiten demostrar que una adecuada elaboración y fermentación anaeróbica en los silaje es una de las mejores medidas para evitar el crecimiento de hongos que puedan causar deterioro en el material ensilado y posiblemente producir toxinas, coincidiendo con lo reportado por Gaggiotti *et al.*, (2001). La adición de urea al 1% permite mantener la estabilidad aeróbica del silaje sin interfeerir significativamente en el patrón fermentativo del mismo. De igual forma, estos resultados contribuyen en el fortalecimiento de las tecnologías para mejorar la calidad de los silajes de

caña de azúcar para la alimentación animal en el trópico.

CONCLUSIONES

La adición de urea en silajes de caña de azúcar contribuye a mantener la estabilidad del silo una vez expuesto a condiciones aeróbicas pos-fermentación.

La concentración del 1% de urea no afectó los contenidos de MS y ejerció un efecto fungistático para las especies de hongos encontradas en los silos, tanto en condiciones de anaerobiosis como en aerobiosis durante el proceso fermentativo.

La adición de urea al 2 y 3% disminuyó los contenidos de MS e incrementó los porcentajes de nitrógeno amoniacal presentes en el silo, lo cual puede afectar la calidad final del mismo.

La fermentación inducida por ausencia de aire (anaerobiosis), en silajes de caña asegura la calidad e inocuidad del mismo, disminuyendo la formación de microorganismos indeseables durante el proceso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Finca Sincelejo por la cesión de sus instalaciones para la preparación de los microsilos, a la Fundación CIEPE por los análisis químicos realizados. Igualmente a los bachilleres Joel Figueroa y Nirvio Rodríguez quienes apoyaron la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Araujo-Febres O., A. Márquez-Araque, O. Ferrer y A. Pirela. 1996. Evaluación cualitativa de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 13:371-380.
- Borges J.A., J. Urdaneta y M. González. 2009. Deterioro y contaminación de ensilajes. Venezuela Bovina 82: 56-59.
- Borges J.A., M. Barrios, E. Sandoval, Y. Bastardo, O. Márquez, D. Sánchez, A. García y R. Belisario. 2010. Observaciones sobre la micoflora contaminante en alimentos para rumiantes. Mundo Pecuario (6)2: 143-150.
- Brown W. 1993. Amoniacación de heno y suplementación de energía y proteína para ganado de carne.

- Memorias de la Conferencia Internacional sobre Ganadería en los Trópicos. Universidad de Florida: 39-47.
- Cai Y., Y. Benno, M. Ogawa, and S. Kuma. 1999. Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. *J. Dairy Sci.* 82:520-526.
- Carrillo L. 2003. Los hongos de los alimentos y forrajes. Ediciones Universidad Nacional de Salta, Argentina. ISBN 987-9381-19-X. 128 p.
- Castro Neto A.G., L.R. Molina, L.C. Gonçalves, C.G. Jayme. 2008. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(5):1150-1156.
- Ferreira D.A., L.C. Gonçalves, L.R. Molina, A.G. Castro Neto y T.R. Tomich. 2007. Fermentation of sugarcane silage treated with urea, zeolita, bacteria inoculant and bacteria/enzymatic inoculants. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 59(2):423-433.
- Gaggiotti M.C., J.C. Basílico, L.A. Romero, M.Z. de Basílico, S. Caffaratti y O.A. Quaino. 2001. Eficacia del uso de vomitoxina como indicadora de la presencia de otras micotoxinas en silajes. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, La Habana, Cuba.
- Gutiérrez, L.M. 2009. Evaluación práctica de silajes y henolajes empaquetados. E.E.A. Balcarce, INTA. Disponible en línea: <http://www.produccion-animal.com.ar>. [Noviembre 10, 2009]
- Holdridge L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Honig H., G. Pahlow and J. Thaysen. 1999. Aerobic instability – Effects and possibilities for its prevention. The XII International Silage Conference. Uppsala, Sweden. pp 288-289.
- Jobim C. C. y G. D. Gonçalves. 2003. Microbiología de forragens conservadas. **In:** Reis R. A., T. F. Bernardes, G.R. Siqueira. (Eds.) *Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens*. Jaboticabal: Funep, 2003. pp. 1-26.
- Johnson L.M., J.H. Harrison, D. Davison, W.C. Mahanna, K. Shinnars and D. Linder. 2002. Corn silage management: Effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. *Journal of Dairy Science* 85: 434-444.
- Jonsson A. 1989. The role of yeast and clostridia on silage deterioration. Ph.D. Diss. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Lima J.A., A.R. Evangelista, J.G. Abreu. 2002. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com ureia ou farelo de soja. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- Lopes J. y A. R. Evangelista. 2010. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrecidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. *R. Bras. Zootec.* 39(5):984-991.
- López J. M., T. R. Preston y T. M. Sutherland. 1976. Efectos de varios aditivos sobre la producción de ácido láctico en ensilajes de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Prod. Anim. Trop.* 1:180.
- McDonald P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2.ed. Merlow: Chalcomb Publications. 340 p.
- Molina L.R., D.A. Ferreira, L.C. Gonçalves. 2002. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- Reyes W., C. Jiménez, F. Rojo. 2006. Evaluación de la calidad nutricional y contaminación por hongos y micotoxinas en el ensilado destinado al consumo animal. *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA, México*. ISBN 970-27-1045-6. pp. 813-818.
- Rodríguez A.A., J.A. Acevedo y E.O. Riquelme. 1997. Estabilidad aeróbica de ensilaje de pasturas tropicales nativas. Efecto del ácido propiónico y

- tiempo de exposición aeróbica. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 83-85.
- Rodríguez-Romero N., O. Araujo-Febres, B. González y R. Santos. 2002. Efecto de la amonificación con urea sobre el pH y la presencia de microorganismos en heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Rev. Científica 12(2):572-574 (supl.)
- Selaman M. 2004. Effects of legume, molasses and urea inclusion on the quality of dwarf napier and king grass silages. Masters thesis, Universiti Putra Malaysia.
- Siqueira G.R., R.A. Reis, e R.P. Schocken-Iturrino. 2007. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. R. Bras. Zootec. 36(6):2000-2009 (Supl.)
- Sundstol F. and E.M. Coxworth. 1984. Ammonia treatment. **In:** Sundstol, F.; Owen, E. (Eds). Straw and other fibrous products as feed. Amsterdam: Elsevier, 1984. pp. 196-247.
- Tortora G.J., B.R. Funke and C.L. Case. 1993. Introducción a la Microbiología. Editorial Acribia. S. A. Tercera edición. 792 p.
- Urdaneta J., M. González y J. Borges. 2009. Silajes mixtos: alternativa para el pequeño productor. Venezuela Bovina 81: 26-31.
- Van Saun R.J. and A.J. Heinrichs. 2008. Troubleshooting silage problems: how to identify potential problems. Proceedings of the Mid-atlantic Conference. Disponible en línea: www.das.psu.edu/das/dairy/dairy-nutrition/forges/tmr. [Noviembre 10, 2009]
- Woolford, M. K. 1984. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker. 350 p.
- Woolford M. K. 1990. The detrimental effect of air on silage. J. Appl. Bact. 68:101-116.

Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*) en ganado vacuno de doble propósito

Luz M. Botero^{1*} y Jaime De La Ossa V^{2**}

¹ Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo Biodiversidad Tropical, Colombia.

² Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Biodiversidad Tropical, Colombia. Correos electrónicos: * lbotero15@yahoo.es, ** jaimedelaossa@yahoo.com.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los resultados obtenidos de la suplementación con ensilaje salino de Totumo (*Crescentia cujete*) en el peso corporal y producción de leche de un grupo de vacas paridas doble propósito. El ensilaje fue preparado utilizando frutos maduros de Totumo y Sal Común (NaCl) almacenado en un recipiente sellado durante 30 días. No se evidenciaron diferencias significativas ($P>0,05$) en el peso corporal entre los dos lotes de vacas ni para los terneros experimentales. Se encontró una diferencia significativa ($P<0,05$) en la producción de leche (3,24 kg/vaca/día vs 2,45 kg/vaca/día) siendo mayor en el grupo suplementado. Los ingresos netos calculados por la venta de la leche muestran que el grupo suplementado produjo un 8,57% más que el grupo no suplementado. La suplementación con ensilaje salino fue bien aceptada por los vacunos de este ensayo y permitió producir más leche y lógicamente un incremento de ingresos económicos netos. Se enfatiza la importancia de la búsqueda de alternativas de alimentación usando materiales nativos.

Palabras clave: *Crescentia cujete*, ensilaje salino, suplementación, vacunos doble propósito.

Supplementary consumption of saline ensilage of mature fruits of Totumo (*Crescentia cujete*) in dual purpose cows

ABSTRACT

Present study was carried out to evaluate the results of the supplementation with saline silage of Totumo (*Crescentia cujete*) on body weight and milk yield of a group of dual purpose lactating cows. The silage was prepared using mature fruits of Totumo and common salt (NaCl) stored in a sealed recipient for 30 days. No significant differences ($P>0.05$) were found for body weight neither for cows or their calves. Significant differences ($P<0.05$) were obtained in milk yield (3.24 kg/cow/day vs 2.45 kg/cow/day) being larger in the supplemented group. The net revenues calculated by the sale of the milk show that the supplemented group provided 8.57% more than the non supplemented group. The supplementation with saline silage was fully accepted by the bovine of this assay and it allowed production of more milk and logically an increment of net economic revenues. The importance of looking for alternative feeding using native plants is emphasized.

Keywords: *Crescentia cujete*, bovine dual purposes, saline ensilage, supplementation.

INTRODUCCIÓN

Los países latinoamericanos de la franja ecuatorial son ampliamente biodiversos, característica que favorece el aprovechamiento de una gran variedad de recursos para la obtención de los productos agropecuarios, entre los que se destacan los provenientes de sistemas ganaderos vacunos (leche y u o carne), para Colombia constituye el

3,5% del Producto Interno Bruto total (PIB) generando cerca de un millón y medio de empleos directos (FEDEGAN, 2004). Sin embargo, estos sistemas de producción demandan una adecuada estabilidad en el suministro de nutrientes para los animales a lo largo del año, condición prácticamente inalcanzable con las técnicas de manejo tradicional basadas en el pastoreo exclusivo de gramíneas nativas, introducidas o mejoradas; por otro lado las gramíneas tropicales, en general, poseen limitaciones nutricionales asociadas a su alto contenido de fibra, bajo aporte de proteína, desbalance mineral y baja digestibilidad (Sarría, 2003).

La utilización de especies arbóreas asociadas con gramíneas en los potreros plantea una alternativa de sostenibilidad y sustentabilidad de los sistemas de producción animal, al facilitar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles en el trópico bajo; una de las mayores ventajas de los árboles forrajeros está en constituirse como fuente alimenticia para los vacunos (Murgueitio, 2008); sin embargo, poseen un alto contenido de proteínas que los rumiantes normalmente no las digieren y por tanto deben ser tratadas con diferentes métodos a fin de lograr mejores resultados (Navas *et al.*, 1999; Palma y Román, 1999; Navas y Restrepo, 2003).

En Colombia existen muchas especies arbóreas forrajeras distribuidas a lo largo de todos los climas; las más comunes en los sistemas ganaderos de la región Caribe son: *Leucaena leucocephala* (Leucaena), *Gliricidia sepium* (Matarratón), *Eritrina glauca* (Cantagallo), *Piptadermia flora* (Guacamayo), *Enterolobium cyclocarpum* (Orejero), *Caesalpinia coriaria* (Dividivi), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Spondias mombin* (Jobo), *Pithecelobium saman* (Campano) y *Crescentia cujete* (Totumo) Murgueitio, 2008. Una especie arbórea de gran aceptación por diferentes especies animales es *Crescentia cujete* conocido popularmente también como Cujete o Jícaro, (CYTED, 1995); originario de México y distribuido naturalmente desde Florida (EEUU) hasta Brasil, introducido en Europa y Asia Tropical (Gentry, 1980; Saldanha, 1995; Sánchez, 2003).

Crescentia cujete es un árbol hasta de 10 m de altura, 30 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho), las ramas usualmente torcidas, copa abierta, ramitas por lo general ausentes, con ramas muy extendidas y corteza corchosa fisurada (Bernal y Correa, 1989;

Gómez y Arrieta, 1996; Watson y Dallwitz, 1999). El fruto es leñoso, variable en forma (redondos y alargados) y tamaño (grandes y pequeños), por lo general entre 20 y 50 cm de diámetro; contiene pulpa blanca que encierra numerosas semillas elipsoides delgadas sin alas de 7 a 8 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho, esparcidas a través una pulpa blanca, gelatinosa y esponjosa (Botero y Chamorro, 2003). Se estiman producciones de 16,2 a 81,2 kg de fruto por árbol (Uribe, 1996); en Colombia se recolectan frutos a lo largo de todo el año. Tanto los forrajes como los residuos de cosecha y los subproductos agropecuarios pueden ser utilizados frescos, además pueden ser conservados durante periodos de escasez a través del ensilado ('t Mannetje, 1999).

La materia prima disponible para ensilar antes debe macerarse o picarse como acondicionamiento inicial; posteriormente este material se almacena en un ambiente sin aire para favorecer el desarrollo de bacterias anaeróbicas facultativas ('t Mannetje, 1999). Puede ser preservado mientras no se altere el ambiente hermético y se mantengan las variables químicas de calidad, ya que el proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del material utilizado, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para su preparación (Stefanie *et al.*, 1999).

La utilización de ensilajes para alimentación animal es amplia a nivel europeo, países como Holanda, Alemania y Dinamarca ensilan más del 90% de sus forrajes, mientras que Francia e Italia ensilan cerca de la mitad del forraje disponible (Wilkinson *et al.*, 1996). Los avances en técnicas y uso de ensilajes han sido crecientes en las última dos décadas, en especial en los países desarrollados (O'Kiely y Muck, 1998), los mayores y más significativos avances se han obtenido en zonas de clima templado, siendo los países tropicales los que presentan menores logros en este sentido (Cowan, 1999), siendo que en ellos existe una variada oferta de vegetales nativos con alta potencial para alimentación animal y transformación en ensilaje (Botero y Chamorro, 2003). El uso de ensilajes salinos ofrece una alternativa de conservación de buena calidad ('t Mannetje, 1999). Ensayos con este tipo de alimento procesado se han realizado exitosamente con diferentes vegetales, entre ellos con papa para alimentación de gallinas (GIPA, 2003) y de *C. cujete* para ganado vacuno (Botero y Chamorro, 2003; Botero y De La Ossa, 2010).

El presente artículo muestra la importancia de la utilización del ensilaje salino del fruto maduro de *C. cujete* con destino a la suplementación de vacas del sistema doble propósito; se demuestra que su elaboración tiene bajo costo, es técnicamente accesible a los productores ganaderos de la zona de estudio e incrementa de forma importante la producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la hacienda La Florida, área rural del municipio de Pinto, Magdalena, Colombia, trópico bajo colombiano, formación vegetal bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1967), zona agrofísica subhúmeda con relieve de colinas y bien drenadas (Cv, Cu), clima cálido, temperatura promedio anual 28 °C, precipitación media 1.000-1.200 mm, humedad relativa 75%, suelos franco - arcillosos (CORPOICA, 2002).

El trabajo se inició en marzo de 2005 con la cosecha de los frutos de *C. cujete* (totumo) a punto de madurar (color amarillo), obtenidos de árboles de diez años de edad pertenecientes a un sistema agrosilvopastoril, con predominio de *Botriochloa pertusa* (kikuyina o colosoana); se mantuvo durante seis meses, y se tuvo una precipitación acumulada de 768 mm durante el ensayo. Al momento del estudio la oferta natural de forrajes en ambas áreas experimentales presento una disponibilidad de MS de 2.000 kg.

El ensilaje se almacenó en tanques plásticos de sellado hermético con capacidad de 60 kg. El llenado se realizó utilizando baldes plásticos. Para el pesaje de las materias primas se utilizaron dos balanzas digitales con capacidad de 150 g (PCE-PB 150 ®) y 25 kg (PCE-HS 50 ®).

Los frutos recolectados se dejaron cinco días a la sombra para evitar que se deshidrataran y perdieran su calidad nutritiva, y lograr que tuvieran un color oscuro (marrón - grisáceo), indicativo de estar maduros y listos para el ensilaje. Transcurrido este tiempo, luego de quebrar los frutos, se separó la corteza dura (la cual se desechó) de la pulpa con semillas (excluyendo los frutos que presentaban oxidación y fermentación en algún grado); se procedió a macerar, pesar y envasar en capas con un espesor aproximado de 5 cm (6 a 8 kg), entre las cuales se depositaba la sal (NaCl),

McDonald *et al.*, 1991, en una proporción del 1% en peso de la capa envasada; a medida que se elaboraban las diferentes capas se distribuía y presionaba para retirar el aire y permitir que el proceso se realizara en condiciones anaerobias, mediante la tecnología de capas sucesivas (Ojeda *et al.*, 2003).

Finalizado el llenado total del tanque se cubrió con tapa plástica, sellándose con un aro metálico de seguridad; se colocó a la sombra durante 30 días. Después de este periodo se procedió al destape y se observó un material de consistencia acuosa y homogénea, de color negro y olor agradable; posteriormente se homogenizó el material para emplearlo como suplemento en la alimentación del lote formado por 14 vacas.

14 vacas ½ cebú, ¼ pardo y ¼ costeño con cuernos producidos en la misma Hacienda, cada hembra estaba en su segundo evento reproductivo. Una semana después del parto y acompañadas de sus crías fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos: con y sin suministro de ensilaje salino de totumo. El material ensilado fue ofrecido individualmente en comederos ubicados dentro de la vaquera, diariamente entre las 17:00 y 17:30 horas, por un periodo de seis meses. La cantidad de ensilaje ofrecido fue de 5,064 (DS 0,231) kg/animal/día. Anterior al horario de suplementación los animales en grupo pastoreaban libremente junto con el grupo no suplementado.

El manejo del amamantamiento se inició el día siete postparto para permitirle al ternero el consumo del calostro y leche de la madre a libre acceso durante sus primeros días de vida. Este régimen de amamantamiento se mantuvo hasta los 120 días postparto. Las vacas fueron ordeñadas diariamente de forma manual (Pérez *et al.*, 2001). Se midió la producción de leche por día y se tomaron registros mensuales de peso tanto de vacas como de los terneros de cada lote (báscula ganadera ICOMIX – FX1®).

Durante todo el experimento se ordeñaron tres cuartos de la glándula mamaria y se dejó un cuarto sin ordeñar para el ternero; después del ordeño, madre y cría permanecieron juntos diez horas, tiempo que fue utilizado para consumir la leche del cuarto no ordeñado, la leche residual y la leche que las vacas produjeron en el tiempo que permanecieron juntos en la pradera.

Análisis de datos

Para el cálculo del valor de producción del ensilaje se establecieron los siguientes costos: valor comercial de los frutos, mano de obra preparación y suministro del ensilaje, valor de la sal y valor de recipientes.

Estadísticamente los análisis aplicados, fueron: prueba F para variables producción de leche y peso de las vacas, análisis de varianza para el peso de los terneros (Zar, 1996). Se utilizó para los análisis estadísticos el software R versión 2.3.1 (libre).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bromatológico del ensilaje salino presentó: 9,7% de proteína cruda, que correspondiente a 4,19% de proteína cruda disponible y 0,73 de proteína sobrepasante, materia seca 22,6%, cenizas 7,53%, digestibilidad *in vitro* de materia seca del 93,45%, con una humedad del 77,4% (Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal Universidad Nacional, Medellín, Colombia).

En cuanto a la proteína cruda, como tal, podría igualarse con los resultados logrados para ensilaje de sorgo como monocultivo (Martínez, 1998). Se evidencia que alcanza mayor concentración de proteína bruta que en ensilaje, tales como: capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) con la adición de subproductos de piña (*Ananas comosus*) (Holanda-Ferreira *et al.*, 2009). En general es muy similar a lo registrado para gramíneas y leguminosas tropicales (Catchpoole y Henzell, 1971; Pietrosevoli *et al.*, 1997; Garcés *et al.*, 2007).

Como estrategia alimentar, dadas las condiciones tropicales de climas cálidos y secos, el ensilaje de frutos y follajes nativos es una alternativa importante en la alimentación de rumiantes, en especial cuando existen limitaciones de productividad natural por factores estacionales; esto queda demostrado en trabajos que han utilizado ensilajes de banano, en donde se demuestra que existe importante incremento de producción animal por kg de materia seca utilizado (Chedly y Lee, 2000).

En cuanto a la proteína cruda soluble en detergente neutro, disponible como proteína degradable en rumen (PDR) (4,19%), se acepta que el ensilaje salino de totumo posee un porcentaje importante y este valor se asocia a la alta degradabilidad del ensilado, igualmente altas concentraciones de PDR se

relacionan con mayor productividad (Salcedo, 1998), la que estuvo representada en este estudio por la mayor cantidad de leche obtenida.

En relación con el peso de las vacas se pudo evidenciar que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) durante todo el tiempo en que se realizó el ensayo, se mantuvo una condición corporal de 3,9 en una escala de 5 para ambos grupos. Pueden darse variaciones negativas de biomasa y pérdida de condición corporal durante los primeros 120 días de lactancia que se asocia con los tres primeros meses después del parto, atribuidos fundamentalmente al estrés que sufre el animal y a que se presentan los mayores exigencias nutricionales debido a la producción de leche y a que la ingesta puede llegar a ser insuficiente para cubrir sus requerimientos energéticos, este desbalance lo cubre el animal haciendo uso de sus reservas (Ojeda y Escobar, 1997; Combellas, 1998; Ruiz-Silvera *et al.*, 1999), aspecto que no fue evidenciado en el presente estudio ni para el grupo experimental ni para el grupo control, indicando que la suplementación no tuvo influencia en la masa corporal de las vacas lactantes, ya que se obtuvo diferencia significativa de peso entre los lotes (Cuadro 1).

La producción de leche durante el experimento para el grupo suplementado fue: 3,24 kg/vaca/día (3,1 - 3,8. DS = 0,145) en comparación con el grupo no suplementado que fue: 2,45 kg/vaca/día (2,1-2,8. DS = 0,167), se presenta diferencia significativa ($P < 0,05$) mostrado en el Cuadro 1. Se evidencia, que el suministro del ensilaje salino de *C. cujete*, ayudó a cubrir los requerimiento energéticos de las vacas experimentales y esto se reflejó en una mejor productividad de leche. Al aplicar la prueba estadística F, la producción de leche intragrupo no presentó diferencias significativas ($> 0,05$). Lo que muestra la homogeneidad de la variable producción láctea, en cada caso analizado: con suplemento y sin suplemento, indicando la influencia positiva de la suplementación en este resultado.

Por su parte Ruiz-Silvera *et al.*, (1999) para vacas doble propósito alimentadas con pastos, follaje de *G. sepium* y *L. leucocephala*, y suplementados con ensilaje de yuca y bloques multinutricionales y amamantamiento restringido produjeron 5,4 kg/día ($\pm 1,3$); producción similar hallaron Chadhokar y Lecamwasan (1982), Adebawale (1992), Arredondo

(1993) y Camero (1994), en vacas de doble propósito suplementadas con follaje de *G. sepium* y consumo de pastos y recursos fibrosos de mediana a baja calidad. También, mediante amamantamiento tradicional y amamantamiento retardado de 8 horas después del ordeño en un experimento con vacas $\frac{3}{4}$ Pardo Suizo x $\frac{1}{4}$ Cebú, Pérez *et al.*, (2001) registraron una producción de leche de 4,2 kg/día (\pm 1,5) y 5,1 kg/día (\pm 1,3). En general, estos registros equivalen a 30% y 40% más de la leche producida por el grupo experimental de este trabajo, pero en todos los casos bajo condiciones diferentes de alimentación y manejo. No obstante, es importante señalar que la producción de leche obtenida en el grupo experimental es mayor a la media regional (2,4 kg/vaca/día) (Botero y Bertel, 2005; Tatis y Botero, 2005).

En cuanto a los costos de producción del ensilaje salino referido, se tiene que un kg de este producto alcanza un valor de \$ Col. 109,5 (US \$ 0,055 aproximadamente), se observa en Cuadro 2. Al comparar la diferencia entre los valores medios de producción de leche entre los dos grupos de este experimento se evidencia que el grupo suplementado produce 0,79 kg/vaca/día más de leche, con un consumo diario de 5,06 kg/vaca, lo que tiene un valor

de \$ Col. 554,1 (US \$ 0,277), tomando como precio de venta de la leche al momento del estudio \$ Col. 900 (US \$ 0,45) se tiene una utilidad adicional con la suplementación de \$ Col. 189 (US \$ 0,095), lo que representa un incremento de ingresos netos del 8,57%.

En cuanto a los incrementos de peso de los terneros, al comparar el grupo experimental con el grupo control no se hallaron diferencias significativas ($P>0,05$), que puede observarse en el Cuadro 3. Se obtuvo para todo el ensayo un incremento promedio de 420 g/día en seis meses de evaluación, valor inferior a los 480 g/día en 120 días hallado por Ruiz-Silvera *et al.*, (1999) para ganado doble propósito manejado en el trópico cálido con suplementación a través de bloques multinutricionales. Saddy *et al.*, (2002), con la suplementación de un balanceado a base de cama de pollo y suministro de 4 kg/día obtuvieron 680 g/día de incremento de peso para terneros doble propósito, hallazgo superior a lo reportado en este estudio en el cual no se dieron alimentos balanceados. Sandoval *et al.*, (1993), también para terneros doble propósito con suministro de balanceado comercial con 18 % de PC a razón de 100 g/día y pastoreo conjunto con la madre, obtuvieron 391 g/día de incremento de peso valor

Cuadro 1. Estadísticos para la prueba F. Comparación de la producción de leche inter- grupo, producción de leche intra-grupo y peso de las vacas inter-grupo.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Producción leche (kg/día) inter-grupo	Contraste	13,28	1	13,28	527,03	0,00
	Error	1,81	72	0,024		
Producción leche (kg/día) intra-grupo	Contraste	0,02	5	0,004	0,14	0,98
	Error	1,81	72	0,025		
Peso vacas inter-grupo (kg)	Contraste	2,33	1	2,33	0,036	0,85
	Error	4614,85	72	64,09		

Cuadro 2. Costo de producción del ensilaje salino de *C. kujete* en este estudio (para 100kg)

Parámetro	Unidad	Valor (\$ Col.)	Valor (US \$)**
Valor comercial fruto*	kg	3.000	1,50
Insumos adicionales (NaCl) (1%)	g	700	0,35
Tanques	Unidad	1.000	0,50
Elaboración y suministro	Total	6.250	3,13
Total		10.950	5,48

* Valor de compra del kg de fruto en la zona de trabajo y puesto en finca.

** US \$ 1 = \$ Col.2.000 Col.

Cuadro 3. Estadísticos del Análisis de varianza de un factor para comparar peso de los terneros del grupo suplementado y del grupo no suplementado

Variable	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,00	1	0,00	2,15	0,168
Intra-grupos	0,00	12	0,00		
Total	0,00	13			

que se ubica por debajo de lo logrado en este trabajo. Los resultados de crecimiento en los terneros de este ensayo son superiores a los hallados para ganadería doble propósito bajo manejo tradicional, en donde se registran incrementos que oscilan entre 220 y 270 g/día (Teeluck *et al.*, 1981; Sandoval *et al.*, 1993; Botero y Bertel, 2005).

CONCLUSIONES

En este estudio la utilización suplementaria del ensilaje salido de *C. kujete* se tradujo en un incremento significativo de la producción de leche con un bajo costo de inversión adicional, que incide de forma positiva en los ingresos económicos del ganadero.

La búsqueda de alternativas de alimentación con vegetales nativos usándolos en ensilajes, provee una excelente opción para la producción vacuna en el trópico, como se evidencia con el uso suplementario de ensilaje salino de de *C. kujete*.

LITERATURA CITADA

- Adebowale, E. 1992. Maize residues as ruminant feed resources in Nigeria. *World Animal Review* 73:24-30.
- Arredondo, B. 1993 Influencia del uso de *Gliricidia sepium* y los bloques multinutricionales sobre la producción de bovinos doble-propósito a pastoreo. Tesis de *M.Sc.* U.C.V. Maracay, Venezuela. 101 p.
- Bernal, H. y J. E. Correa. 1989. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. Tomo II. Secretaría Ejecutiva SECAB, Ministerio de Educación y Ciencias (España). Ed. Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia.
- Botero, L. M. y M. Bertel. 2005. Curva de Lactancia en el sistema doble propósito, selección del modelo matemático de mejor ajuste. Génesis y Consolidación del Sistema Vacuno en Doble Propósito. Ed. Produmedios. Bogotá, Colombia.
- Botero, A. L. M. y G. C. Chamorro. 2003. Revisión general de los aspectos botánicos y productivos de *Crescentia cujete* (Linneo, 1753). Trabajo de Grado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Zootecnia, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia. 112 p.
- Botero, A. L. y V. J. De La Ossa. 2010. Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, departamento del Magdalena, Colombia. *RECIA* 2(1):225-242.
- Camero, L. 1994. Poro (*Erythrina poeppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos en la producción de leche. *Agroforestería en las Américas* 1(1):6-8.
- Catchpoole, V. R. and E. F. Henzell. 1971. Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts* 41:213-221.
- Chadhokar, P. and A. Lecamwasan. 1982. Effect of feeding *Gliricidia maculata* to milking cows a preliminary report. *Tropical Grasslands* 16:46-48.
- Chedly, K. and S. Lee. 2000. Silage from by-products for smallholders. *FAO Electronic Conference on Tropical Silage*, *FAO Electronic Conference on Tropical Silage*: 1-25.
- Combellas J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. Fundación Inlaca, Caracas, Venezuela.
- CORPOICA Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2002. Atlas de los sistemas de producción bovina; módulo

- Región Caribe. Ministerio de Desarrollo Rural, Fedegan: Fondo Nacional del Ganado y Colciencias. Bogotá, Colombia.
- Cowan, T. 1999. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. Estudio FAO 161. Roma, pp. 31-40.
- CYTED. 1995. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Sub programa de Química Fina Farmacéutica. 270 Plantas medicinales Iberoamericanas. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia.
- FEDEGAN. Federación Colombiana de Ganaderos. 2004. Modelo de gestión de desarrollo ganadero regional, lineamientos generales. Presidencia ejecutiva, Oficina de Investigaciones Económicas, Subgerencia Operativa. Bogotá, Colombia.
- Garcés, M., A. M., H. E. Suárez, D. J. G. Serna y A. S. Ruíz. 2007. Evaluación de la calidad bromatológica del ensilaje de pasto kikuyo y maní forrajero. *Revista La Sallista de Investigación* 3(2):34-37.
- Gentry, A. H. 1980. Bignoniaceae. Part. Crescentieae and Tourrettiae. *Flora Neotropica Monograph*. Panamá.
- GIPA. Grupo Asociado de Investigación para el Desarrollo Comunitario 2003. Proyecto de investigación participativa para el manejo ecológico del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth) en municipios productores del departamento de Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. pp. 20-22.
- Gómez, H. y G. Arrieta. 1996. Especies arbóreas comunes en la Región de la Mojana. Proyecto: Caracterización Biofísica, Socioeconómica y Tecnológica de los Sistemas de Producción Agropecuaria de la Región Mojana. Convenio Corpoica – Inat. Reg. 2. C. I. Turipaná, Colombia.
- Holanda-Ferreira, A. C., J. Miranda- Neiva, M. Norberto, N. M. Rodríguez, W. E. Campos, I. Borges. 2009. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38(2):223-229.
- Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. *Trop. Sci. Cient.* San José de Costa Rica.
- Martínez, A., C. O. 1998. Evaluación de la calidad nutritiva del ensilaje de cuatro leguminosas forrajeras intercaladas con sorgo en el sur de Sinaloa. 34 Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Queretaro, México.
- McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications. Marlow, UK. Second edition.
- Murgueitio, R. E. 2008. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. Disponible Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. (07-03-2009).
- Navas, A., C. Restrepo y G. Jiménez. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. CIPAV, Cali, Colombia. Disponible Funcionamiento Ruminal de Animales Suplementados con Frutos de *Pithecellobium saman*. (02-02-2010)
- Navas, C., A. y S. C. Restrepo. 2003. Frutos de leguminosas arbóreas: una alternativa nutricional para ganaderías en el trópico. En: Sánchez M. D., M. Rosales-Méndez (Eds.). Segunda Conferencia Electrónica. Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO. Roma, pp. 256-271.
- Ojeda, F., O. Cáceres y I. L. Montejo. 2003. Evaluación de diferentes materiales absorbentes para ensilar hollejo de cítrico. *Pastos y Forrajes* 26(4):355-364.
- Ojeda, A. y A. Escobar. 1997. Manejo de vacas doble-propósito en potreros con asociación entre gramíneas y *Gliricidia sepium*. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia* 14:641-648.
- O'Kiely, P. and R. E. Muck. 1998. *Grass silage. Grass for dairy cattle*. CAB International.

- Palma, J. M. y L. Román. 1999. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Fundación CIPAV, Cali. Colombia. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/PalmaJM.htm>. [Octubre 03, 2009].
- Pérez, H. P., M. F. Solaris, M. García-Winder, M. Osorio-Arce y J. Gallegos-Sánchez. 2001. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. Arch. Latinoam. Prod. Animal 9(2):79-85.
- Pietrosemoli, S., M. Ventura y G. Gutiérrez. 1997. Adición de urea y melaza en la preparación de silaje de *Brachiaria brizantha* para bovinos en crecimiento. Arch. Latinoam. Prod. Animal 5(1):205-207.
- Ruiz-Silvera C., H. Messa, G. Piñero, A. Guerra, J. Ceiba y A. Escobar. 1999. Experiencias de manejo de bovinos de doble propósito en un Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible. Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. Disponible Experiencias de Manejo de Bovinos de Doble Propósito en un Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible. (04-10-2009).
- Saddy, J., J. Combellas, M. Tesorero y L. Gabaldón. 2002. Comparación de dos sistemas de alimentación con cama de pollos sobre la ganancia de peso en bovinos. Zootecnia Tropical 20(1):111-119.
- Salcedo, G. 1998. Efectos del tipo de proteína suplementada a vacas lecheras consumiendo ensilados de hierba de alta degradabilidad. Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim. 13(1-3):55-67.
- Saldanha, C. J. 1995. Flora of Karnataka Vol I – II. Oxford and IBH Publisher Thomas S. Elias. UK.
- Sánchez, J. M. 2003. Árboles en España. Manual de Identificación. Mundiprensas libros, S.A. Madrid, España.
- Sandoval, E., A. Valle, R. Flores y R. Medina. 1993. Crecimiento ponderal en becerros de doble propósito sometidos a un sistema integral de crianza. Zootecnia Tropical 11(1):13-26.
- Sarria, P. 2003. Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos. En: Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. En: Sánchez M. D., M. Rosales-Méndez (Eds.). Segunda Conferencia Electrónica. Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO. Roma, pp. 213-226.
- Stefanie, J. W. H., O. Elferink, F. Driehuis, J. C. Gottschal y F. S. Sierk F S. 1999. Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. Estudio FAO 161. Roma, pp. 17-31.
- ‘t Mannelje, L. 1999. Introducción a la Conferencia sobre el Uso del Ensilaje en el Trópico. Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos. Estudio FAO 161. Roma, pp. 1-5.
- Tatis, R. y L. M. Botero. 2005. Génesis y Consolidación del Sistema Vacuno en Doble Propósito. Asodoble. Ed. Produmedios. Bogotá, Colombia.
- Teeluck, J., B. Hulman y T. Preston. 1981. Efecto de la frecuencia del ordeño en combinación con amamantamiento restringido sobre rendimiento de leche y comportamiento de becerros. Producción Animal Tropical 6:154-162.
- Uribe, F. C. 1996. Alternativa para la ganadería moderna y competitiva. Segundo seminario internacional: Sistemas silvopastoriles. Ministerio de Agricultura. Impreandes Presencia S.A. Colombia.
- Watson, L. and M. Dallwitz. 1999. The families flowerin plant: Description, illustrations, identification and information retrieval. Version 19th. USA.
- Wilkinson J. M., F. Wadehul and J. Hill. 1996. Silage in Europe: a survey of 33 countries. Chalcombe Publications. Welton. UK.
- Zar, J. H. 1996. Bioestatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, Englewood Cliff, USA. Third edition.

Macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles con *Morus alba*, *Leucaena leucophala* y pastos

María G. Medina¹, Danny E. García^{1*}, Pedro Moratinos², Tyrone Clavero³ y Jesús M. Iglesias⁴

¹Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Departamento de Ciencias Agrarias, Código postal 3152. Pampanito estado Trujillo, Venezuela. *Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com.

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

³Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Agronomía, estado Zulia, Venezuela.

⁴Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

RESUMEN

Se realizó un experimento en el estado Trujillo, Venezuela con el objetivo de evaluar el efecto del año, la época, la modalidad de asociación, la frecuencia de pastoreo, la estrategia de poda y la profundidad en el comportamiento de la macrofauna edáfica en un sistema de monocultivo de pasto (P) y asociado con *Morus alba* (M) y *Leucaena leucocephala* (L) mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4x3x3x2x2 y 3 réplicas. Se realizó una caracterización de la macrofauna al inicio del establecimiento de los sistemas y en diferentes periodos. Para ello se seleccionaron al azar tres sitios de muestreo en cada tratamiento por modalidad de asociación (P; M+P; M+L+P) y se excavaron calicatas de 30x30x30 cm en el suelo. Las muestras fueron separadas en diferentes profundidades 0-10, 10-20 y 20-30 cm. Los ejemplares pertenecientes a la macrofauna fueron separados, contados y clasificados hasta nivel de familia. No se observaron interacciones significativas pero sí efecto de todos los factores estudiados, excepto de la estrategia de poda, en la densidad de individuos/m². Hubo diferencias significativas a favor del segundo (57,8) y tercer año (66,5) de explotación, comparados con el establecimiento (15,9) y en el primer año de explotación (20,9). Durante la época de lluvias se observó la mayor cantidad de individuos/m² (44,78), así como en los sistemas con árboles (M+P: 31,31; M+L+P: 36,95), con la frecuencia de pastoreo más espaciada (39,4) y en los primeros 10 cm de profundidad (56,0; P<0,01). Se determinó mayor riqueza cualitativa en términos de especies en los sistemas asociados. Se concluye que la presencia de la morera y la leucaena favorecieron la colonización en los sistemas asociados y la mayor presencia de phylum, clases, órdenes y familias de organismos edáficos.

Palabras clave: organismos del suelo, asociación, Morera, Leucaena.

Edaphic macrofauna in silvopastoral systems with *Morus alba*, *Leucaena leucophala* and grasses

ABSTRACT

An experiment was carried out in order to evaluate the effect of the year, the season, the modality association, the grazing frequency, the pruning strategy and the soil depth in the behavior of the edaphic macrofauna in a grass area (P) and associated systems with *Morus alba* (M) and *Leucaena leucocephala* (L) in Trujillo state, Venezuela using a randomized blocks design with factorial arrangement 4x3x3x2x2 and 3 replicates. A characterization from the macrofauna to the beginning of the establishment and different periods was studied. Was selected it at random 3 sampling point in each treatment for association modality (P; M+P; M+L+P; L+P) and calicates of 30x30x30 cm was dug in the floor. The samples were separated in different depths 0-10, 10-20 and 20-30 cm. The macrofauna samples were separate, counted and classified until family level. No significant interaction was observed. However, effect of all factors studied was obtained, except of the pruning strategy, among individues/

m² density. Significant differences among the second (57.8) and third (66.5) year of exploitation, compared with the establishment (15.9) and in the first year of exploitation (20.9) were observed. During the rainy season (44.78) the biggest quantity in individuals was observed by area unit, as well as in the tree systems (M+P: 31.31; M+L+P: 36,95), with the most spaced grazing frequency (39,40) and in the first 10 cm of depth (56.00; P<0.01). Bigger qualitative wealth in terms of species in the associate systems was observed. The mulberry and leucaena presence favored the colonization in the associate systems and the biggest phylum, classes, orders and families of edaphic organisms were counted.

Keywords: soil organisms, association, Mulberry, Leucena.

INTRODUCCIÓN

Restaurar y conservar las características químicas y biológicas del suelo es un gran desafío para mantener la productividad de los cultivos. En este sentido, la agroecología propone estrategias capaces de superar las limitaciones estructurales y funcionales inherentes a los sistemas de producción. Tales premisas se dirigen hacia la estimulación y optimización de los procesos biológicos del suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, aspecto de gran relevancia para incrementar y mantener la fertilidad edáfica (Medina *et al.*, 2006).

En ellas se prioriza la adopción de técnicas multifuncionales que pueden mantener o mejorar la fertilidad, contrarrestar los procesos de erosión, favorecer la presencia de poblaciones de organismos benéficos y controlar el surgimiento de vegetación espontánea; la agroforestería, entre ella, los sistemas silvopastoriles, se encuentran dentro de estas estrategias (Medina, 2004).

Importantes resultados se han obtenido en cuanto a mejoras de la calidad de los suelos con el uso de los sistemas silvopastoriles. Según Rodríguez *et al.*, (2003) y Sánchez (2007), los árboles especialmente los leguminosos intervienen en el ciclo de nutrientes, pues la hojarasca contribuye a la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema al constituir la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrientes entre las plantas y el suelo (Medina *et al.*, 2006).

Otra de las contribuciones de los árboles es lo referido al reciclaje de nutrientes, ya que los mismos son capaces de llegar a los horizontes más profundos del suelo, absorber los nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural de las hojas, las ramas,

los frutos o mediante la poda. Los incrementos en materia orgánica mejoran las condiciones biológicas del suelo, al constituir una fuente de energía para el desarrollo de micro y macro organismo (Sánchez, 2007).

Dentro de este contexto, es relevante profundizar el conocimiento de la relación suelo-planta-animal y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas especialmente los ganaderos basados en la diversidad biológica del suelo. Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de la modalidad de asociación, la época, la estrategia de poda, la frecuencia de pastoreo y la fertilización en el comportamiento de la macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril en el estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El experimento se desarrolló en un área de gramíneas con diez años de establecida y sometida continuamente a pastoreo en la Estación Experimental y de Producción Agrícola “Rafael Rangel” (Núcleo Universitario “Rafael Rangel”), propiedad de la Universidad de Los Andes, específicamente en el sector La Catalina, Vega Grande, municipio Pampán del estado Trujillo, Venezuela.

La unidad de producción se encuentra en condiciones de transición de Bosque seco tropical a Bosque húmedo tropical, entre las coordenadas 9°35'00" y 9°37'19" de latitud Norte y entre 70°27'00" y 70°31'39" de longitud Oeste, a una altura de 270-300 msnm (Medina *et al.*, 2006).

Características edafoclimáticas del área experimental

El área experimental presenta un suelo alcalino, profundo y de baja fertilidad, catalogado como Fluvisol (Medina *et al.*, 2006). Las características químicas del suelo durante la etapa de evaluación fueron las siguientes: pH (KCl): 8,15; MO (%): 1,04; Nitrógeno asimilable (%): 0,09; Carbono orgánico (%): 1,18 y Ca (cmol/kg): 244.

La zona presenta un clima de Sabana Tropical cuya precipitación promedio es menor de 52, 2 mm en el mes más seco (junio), y no mayor de 212,5 mm en el mes más húmedo (octubre).

Procedimiento experimental

Se establecieron tres sistemas silvopastoriles de cada modalidad (Morera-Pastos (M+P), Morera-Leucaena-Pasto (M+L+P)), y se utilizó una parcela sin árboles de 0,19 ha, (sistema en monocultivo de pastos (P)), la cual se utilizó como testigo. La siembra de los árboles que se realizó al inicio de lluvias siguiendo las recomendaciones efectuadas por Simón (2000), para sistemas silvopastoriles. Durante el tiempo de evaluación sólo se realizaron labores culturales de platoneo, control de altura del pasto y fertilización (localizada y sólo a la morera) a los diferentes sistemas los primeros cinco meses del establecimiento, en concordancia con lo señalado por Toral (2006), para el manejo de arbóreas en el establecimiento; posteriormente y durante la etapa de explotación con animales no se efectuó ningún tipo de labor agronómica en los diferentes estratos del pastizal.

Para el estudio de la macrofauna edáfica, se realizaron muestreos aleatorios antes del trasplante, tanto en la parcela testigo como en el resto de los tratamientos, y luego en los diferentes periodos climáticos evaluados (entrada de lluvia, periodo lluvioso, salida de lluvia y periodo seco). Para ello, se seleccionaron tres puntos de muestreo al azar en cada tratamiento por subparcela y de acuerdo con la metodología recomendada por el Programa de Biología y Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) propuesta por Anderson e Ingram (1993), se evaluó la densidad de individuos/m². En este sentido, se excavaron calicatas de 30 x 30 x 30 cm y, posteriormente el suelo fue separado mediante la extracción con pala manual en las diferentes profundidades (10, 20 y 30

cm). Cada estrato del suelo fue colectado y procesado individualmente, separando cuidadosamente los organismos encontrados en el suelo. La macrofauna fue contada, caracterizada y clasificada hasta nivel de orden, acorde a las claves de clasificación vigentes en el Laboratorio de Entomología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Trujillo, Venezuela.

Diseño experimental, procesamiento de datos y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 (periodos climáticos) x 3 (modalidades de asociación) x 3 frecuencias de pastoreo (60, 90 y 120 días) x 3 profundidades del suelo (0-10, 10-20, y 20-30 cm) x 2 estrategias de poda (con poda y sin poda), para medidas repetidas en el tiempo y 3 réplicas por subparcela. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el efecto del año de evaluación (un año de establecimiento y tres años de explotación).

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 10.0 (versión en español) para Window® (Visauta, 1998). En todos los casos, inicialmente se comprobó los supuestos y normalidad de los errores por la prueba modificada de Shapiro Wilk (Royston, 1982), así como el test de homogeneidad de varianza según la prueba de Bartlex (1937), con el objetivo de verificar la normalidad de los datos. Para homogenizar la varianza, en el caso que fue necesario, se transformó la variable para la realizar el análisis estadístico.

Para el análisis de varianza se utilizó la opción GLM (modelo lineal general) del paquete SPSS 10.0, empleando para la comparación de medias la dócima de rango múltiple de Duncan a $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al procesar los datos experimentales no se observaron interacciones significativas entre los factores para ninguna de las variables estudiadas ($P < 0,05$). Por lo que el análisis de resultados se realizó acorde al efecto de los factores principales en cada caso.

En la Figura 1 se muestran los resultados de la evolución de la macrofauna edáfica en los sistemas asociados, en función de los factores considerados.

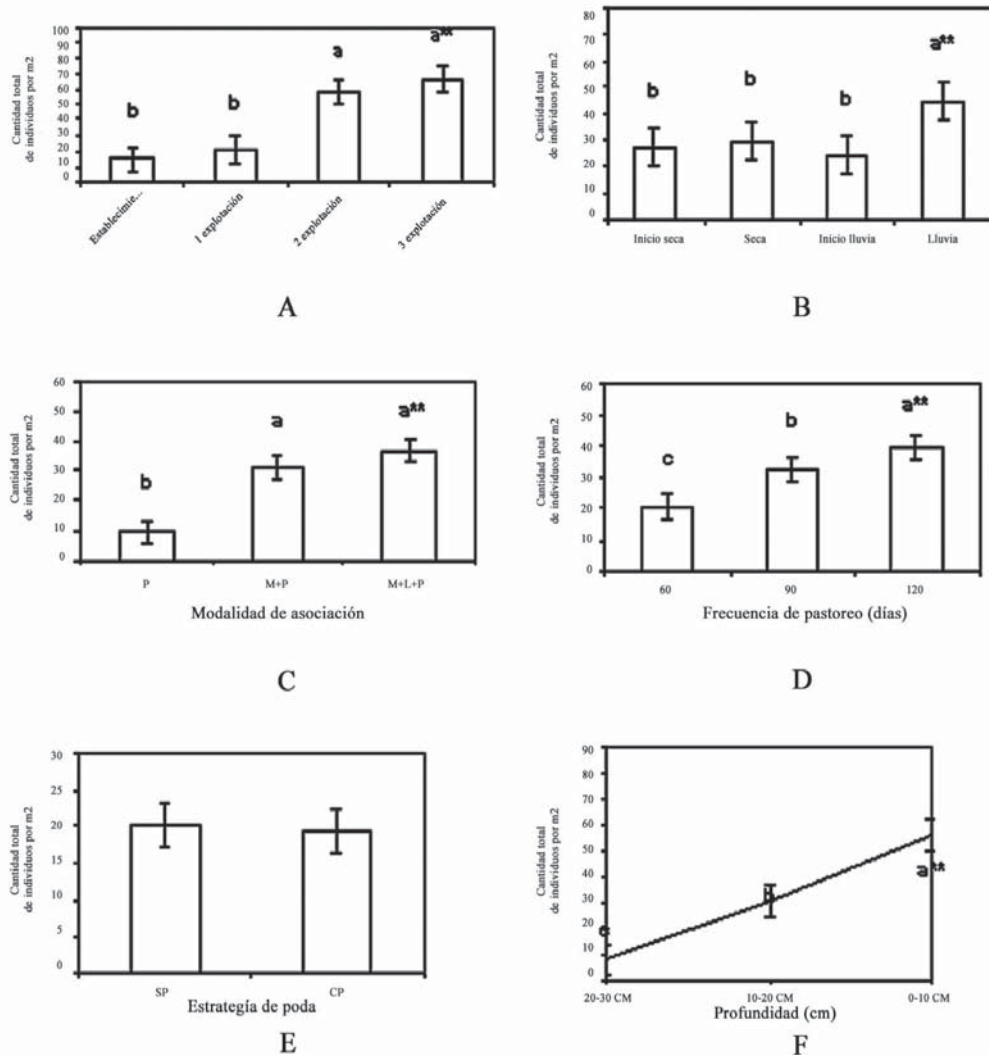


Figura 1. Comportamiento de la macrofauna edáfica en función del A: Año, B: Época, C: Modalidad de asociación, D: Frecuencia de pastoreo, E: Estrategia de poda y F: Profundidad. L: leucaena, P: pasto; M: morera. Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$), $** (P < 0,01)$.

Se observó efecto significativo de todos los factores en estudio en la densidad de individuos por unidad de área, exceptuando la estrategia de poda.

Asimismo, hubo diferencias significativas a favor del segundo y tercer año de explotación, comparados con la medición durante el establecimiento y en el primer año de explotación ($P < 0,001$). Al final del ensayo se contabilizaron más de 60 individuos por metro cuadrado, lo cual corresponde con un incremento sustancial, si se considera que antes de establecer los árboles en el área había menos de diez organismos edáficos.

La evolución progresiva y escalonada de la densidad de individuos describe la colonización

efectiva que ocurrió durante los cuatro años de muestreo; aspectos señalados por Sánchez y Milera (2002), con relación al efecto positivo que ejercen los árboles en la aparición de una mayor diversidad de organismos en el suelo, debido al apropiado nicho ecológico que se forma para muchos de estos organismos, relacionado con la regulación de la temperatura y la mayor disponibilidad de materia orgánica que sirve como fuente de alimento para este tipo de fauna.

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son inferiores, en cuanto a la densidad de individuos, a los informados por otros autores en contextos silvopastoriles en diferentes condiciones

edafoclimáticas (Sánchez *et al.*, 1998; Sánchez, 2007); pero a su vez son superiores a los informados por Rodríguez *et al.*, (2003), en pasto en monocultivo y asociación sólo con leucaena.

Los resultados obtenidos en los sistemas asociados con morera y leucaena pueden explicarse si se considera que el área experimental exhibía, al inicio del ensayo, niveles de materia orgánica cercanos al 1%, presenta características aluviales y es esporádicamente inundado, lo cual dificultaba la colonización regular y sostenida de organismos edáficos; aspectos informados anteriormente por Medina *et al.*, (2006) y que coincide además con criterios generales expresados por (Sánchez, 2007).

Estos resultados describen que en las condiciones de experimentación la colonización de organismos edáficos, aunque resultó progresiva fue lenta, y que este proceso no ocurre instantáneamente después del establecimiento de los árboles. Lo cual constituyen también aseveraciones realizadas por Lavelle (1997) quien describió, de forma general, el proceso de colonización de los organismos edáficos.

En la época de lluvias se observó la mayor densidad de individuos ($P < 0,001$), resultados que coinciden con los obtenidos por Sánchez (2007), ya que en el periodo de mayores precipitaciones la actividad de los organismos del suelo sobre la hojarasca es mayor, condicionado por una sobresaliente producción de biomasa.

Aún cuando se evidenció una tendencia numérica de incremento de la densidad de individuos cuando la asociación fue más compleja, en función de sus componentes; todos los sistemas que tuvieron árboles presentaron mayor cantidad de individuos, que el testigo formado por pasto en monocultivo. Sin embargo, en los sistemas que se incluyó morera se observó mayor número de individuos ($P < 0,01$), estos resultados demuestran la incidencia positiva de este arbusto en la biodiversidad y la concentración de organismos en el suelo.

La frecuencia de pastoreo influyó, significativamente, en la densidad de individuos ($P < 0,01$). En este sentido, con los pastoreos más frecuentes la concentración de individuos fue menor, no obstante, con los pastoreos más espaciados se observó mayor cantidad de organismos del suelo por unidad de área. Estos resultados se logran explicar

si se considera que la mayor frecuencia de pastoreo condiciona menor disponibilidad, tanto de pastos como de follaje arbóreo, lo cual constituye alimento esencial para un gran número de estos organismos, los cuales posiblemente se ven obligados a buscar alimentos en otras áreas con mayor disponibilidad de materia orgánica (Sánchez y Reyes, 2003). Al respecto, en el área de estudio sometido a la mayor frecuencia de pastoreo fueron identificados organismos detritivos (Collembola), como otros entomófagos, producto a la mayor deposición de heces por parte de los bovinos.

También, se debe señalar la presencia de coleópteros de la familia *Scarabaeidae*, los cuales son enterradores de excretas en los sistemas silvopastoriles, lo cual presenta una elevada significación ya que participan en el reciclaje de nutrientes (Sánchez, 2007) y favorecen la disminución de la carga parasitaria en los pastizales (Soca, 2005).

La estrategia de poda no influyó en la densidad de individuos. Este resultado se explica por el hecho de que, aunque la biomasa cosechada producto del corte manual se incorporó íntegramente al suelo, la proporción de hojas y tallos comestible, respecto a la de leñosos fue muy inferior. Por lo que el aporte de material de fácil descomposición al suelo fue ínfimo, haciendo que la macrofauna no pudiera hacer un uso efectivo de esta fuente de pocos nutrimentos.

Con relación a la profundidad, entre los primeros 10 cm del suelo se observó la mayor cantidad de individuos por unidad de área, y entre los 20 y 30 cm la menor proporción. Estos resultados coinciden con los referenciados por Crespo y Rodríguez (2000), con relación a que en la capa superficial del suelo se encuentra una significativa cantidad de individuos y se produce la mayor actividad de la macrofauna.

Desde el punto de vista de la densidad de individuos, los sistemas asociados evolucionaron positivamente en el tiempo. Sin embargo, las variaciones ambientales y la frecuencia de pastoreo, como variable de manejo, resultaron medulares en la variación de la población de individuos edáficos.

Por otra parte, en los Cuadros 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se muestra la información cualitativa en términos de *phylum*, orden, clase y familia de los organismos colectados en la estimación de la densidad de individuos.

Cuadro 1. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de establecimiento (control sin árboles y modalidad M+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico
0-10	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>		Perrito de agua
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo
			Hemiptera	<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>		
Sumatoria Modalidad P*	1	1	3	4	3	
0-10	Arthropoda	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo
				<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito
				<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera
				<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
			Orthoptera	<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>		Chicharra
			Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	adultos	Bachaco
			Diptera	<i>Agromyzidae</i>		Pasador de la hoja
20-30	Arthropoda	Arachnida	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
			Collembola	<i>Entomobryidae</i>	adultos	Lérido
			Araneae	<i>Dictynidae</i>	adultos y exadultos	Araña
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	Exadultos y Mf 2	Escarabajo
Sumatoria Modalidad M+P	2	4	9	11	5	

P: pastos, M: morera, Mf: morfa P: pastos, *no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

Desde el punto de vista cualitativo al inicio del ensayo sólo se detectó un *phyllum*, una clase, tres órdenes y cuatro familias. Sin embargo, en los sistemas asociados, durante el establecimiento, se detectaron dos *phyllum*, entre 3 y 4 clases, entre 4 y 9 órdenes y entre 4 y 12 familias. Asimismo, en la etapa de explotación se contabilizaron de 2 a 5 *phyllum*, 4 clases, entre 5 y 9 órdenes y entre 5 y 17 familias, lo que describe una mayor riqueza taxonómica durante el transcurso del ensayo, desde el transplante de los árboles al campo.

En todos los casos, los artrópodos y los anélidos fueron los *phyllum* más representados; así como los diplópodos, los insectos y los arácnidos para las clases. En cuanto a los órdenes sobresalieron los coleópteros, los hemípteros, los haplotáxidos y los orthópteros como los más significativos.

La distribución, importancia y significación biológica de estos organismos, en función de su ubicación taxonómica, en el marco de los sistemas silvopastoriles, ha sido bien documentada en

Cuadro 2. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de establecimiento. (Modalidad: L+M+P y L+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico		
0-10	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	exlarvas y adultos	Bachaco		
			Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	Mf1 y Mf2 ninfas y adultos	Perrito de agua		
			Coleoptera	<i>Cerambycidae</i>	adultos	Escarabajo		
				<i>Passalidae</i>		Pasálido		
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra		
			Diplopoda	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés		
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz
						<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
					Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exadultos y huevos	Pelotera
10-20	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	ninfas y adultos	Perrito de agua		
			Isoptera	<i>Heterothermitidae</i>		Termita		
				<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche		
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra		
			Diplopoda	<i>Glomeridae</i>		Milpiés		
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz
					Isoptera	<i>Heterothermitidae</i>		Termita
20-30	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	huevos y exlarvas	Pelotera		
Sumatoria Modalidad M+L+P	2	3	7	12	8			
0-10	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	<i>Cynidae</i>		Chinche		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	adultos	Perrito de agua		
			Hymenoptera	<i>Formicidae</i>		Bachaco		
			Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Hemiptera	<i>Cynidae</i>		Chinche		
10-20			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	adultos	Perrito de agua		
Sumatoria Modalidad L + P*	1	1	3	4	3			

P: pastos, M: morera, L: Leucaena, *no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

recopilaciones e investigaciones desarrolladas bajo diferentes condiciones (Sánchez, 2007). Sin embargo, estos resultados, desde el punto de vista cualitativo, coincide con lo planteado por otros autores en ecosistemas insulares tropicales (Sánchez y Milera, 2002; Sánchez y Reyes, 2003), donde se observó una similitud en cuanto a la diversidad de los organismos colonizadores.

En las condiciones continentales de este ensayo se encontraron insectos por las clases y coleópteros y orthópteros por los órdenes que no han sido informados en estudios anteriores similares, quizás relacionados con las particularidades de la fauna continental venezolana, las condiciones edafoclimáticas prevalecientes y los tipos de especies

Cuadro 3. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. (Modalidad: M+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico	
0-10	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
		Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera		<i>Scoliidae</i>		Colpa
			Orthoptera		<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo
					<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito
			Coleoptera		<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas y adultos	Pelotera
					<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
			Hemiptera		<i>Cicadidae</i>	ninfas	Chicharra
			Hymenoptera		<i>Formicidae</i>	larvas y adultos	Hormiga
			Diptera		<i>Agromyzidae</i>	adultos	Pasador de la hoja
10-20			Collembola	<i>Entomobryidae</i>		Lepido	
					<i>Elateridae</i>	Exlarvas Mf 1	Escarabajo
					<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera
			Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>	adultos y exadultos	Araña
20-30	Annelida	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
		Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera		<i>Elateridae</i>	Exadultos Mf 2	Escarabajo
Sumatoria Modalidad M+P	2	4	9	12	5		

P: pastos, M: morera, Mf: morfa

Cuadro 4. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. Modalidad: L+M+ P (0-10 cm).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico		
0-10	Arthropoda	Insecta	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
				Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	larvas, exlarvas y adultos	Hormiga y Bachaco	
				Dictyoptera	<i>Blatteridae</i>	ninfas y adultos	Cucaracha	
					<i>Elateridae</i>	exlarvas Mf1 y Mf2		
					<i>Nitidulidae</i>		Escarabajo	
				Coleoptera		<i>Scarabaeidae</i>	adultos	
						<i>Cerambycidae</i>		
						<i>Tenebrionidae</i>	exlarvas	Vaquita
						<i>Passalidae</i>	adultos	Pasálido
					Hemiptera		<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas
20-30	Arthropoda	Insecta	Orthoptera		<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo	
					<i>Gryllotalpidae</i>	ninfas y adultos	Perrito de agua	
					<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz	
Sumatoria Modalidad M+L+P	1	3	7	13	7			

Cuadro 5. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. Modalidad: L+M+P (10-30 cm).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
				<i>Scarabaeidae</i>	exadultos y huevos	Pelotera
				<i>Tenebrionidae</i>	huevos y adultos	Vaquita
			Orthoptera	<i>Heterothermitidae</i>	adultos	Termita
				<i>Gryllotalpidae</i>	exadultos	Perrito de agua
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra
				<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche
			Hymenoptera	<i>Pyrrocoridae</i>		
				<i>Formicidae</i>	exlarvas y adultos	Hormiga y Bachaco
			Annelida	Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>
<i>Glomeridae</i>		Milpiés				
Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Lumbricidae</i>		adultos	Lombriz	
		<i>Haplotaxida</i>			Termitas	
20-30	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Heterothermitidae</i>	huevos, exlarvas y exadultos	Escarabajo
				<i>Elateridae</i>	Mf 2	
Sumatoria	2	4	9	17	9	

P: pastos, M: morera, L: leucaena, Mf: morfa

Cuadro 6. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación (modalidad L+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico	
0-10	Arthropoda	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
				<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo	
				<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito	
				<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera	
				<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo	
				<i>Cicadidae</i>		Chicharra	
				<i>Formicidae</i>		Bachaco	
				<i>Agromyzidae</i>	adultos	Pasador de la hoja	
				<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo	
10-20	Arthropoda	Insecta	Collembola	<i>Entomobryidae</i>	adultos	Lépidio	
			Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>	adultos y exadultos	Araña
			Annelida	Oligochaeta	<i>Lumbricidae</i>		
20-30	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	Exadultos y Mf 2	Escarabajo	
Sumatoria Modalidad L+P	2	4	9	11	5		

P: pastos, M: morera, Mf: morfa P: pastos, *no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

vegetales establecidas en el ecosistema de evaluación, que condicionaron nichos ecológicos para organismos específicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los trabajadores de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", NURR, ULA-Trujillo por el apoyo para llevar a cabo la investigación. Al Laboratorio de Entomología y Fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo en la persona del Ing. MSc. Rafael Montilla por la colaboración y asesoramiento para la identificación de los organismos colectados.

CONCLUSIONES

Durante los muestreos consecutivos después del establecimiento de las leñosas, se observó un aumento de la cantidad de individuos del suelo dentro de los sistemas silvopastoriles.

Se observó una mayor densidad de individuos edáficos por unidad de área en los primeros 10 cm del suelo, comparado con los estratos más profundos.

La macrofauna edáfica se vio, significativamente, afectada por los periodos climáticos y la frecuencia de pastoreo. La mayor cantidad de organismos se observó durante el periodo lluvioso y con los pastoreos más espaciados (cada 120 días).

La estrategia de poda no ocasionó variaciones importantes en la cantidad de individuos estudiados.

La inclusión de los árboles, tanto de morera como leucaena, influyó positivamente en los valores cuantitativos de la macrofauna, después del establecimiento de las leñosas.

LITERATURA CITADA

- Anderson, J.M. and J. Ingranm, 1993. Tropical soil biology and fertility. A: Handbook of methods. (Edts: Anderson, J.M. e Ingranm, J.). 2nd edition CAB International Wallingford UK. 221 p.
- Bartlex, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the Royal Society of London, Sr. A. 160: 268-282.
- Crespo, G e I. Rodríguez. 2000. Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba. EDICA. La Habana, Cuba. 72 p.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and Múltiple F test. *Biometrics*, 11: 1-15
- Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptative strategies that determine ecosystema function. *Adv. Ecol. Res.* 24:9-16.
- Lavelle, P., M. Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschenbremer, D. Lopez-Hernandez, B. Dashanasi and L. Brussaard. 1994. The relationship between soil macrofane and tropical soil fertility. In: the biological management of tropical soil fertility. (Eds: P.L., Woomer y M.L. Swift Wiley-Sayce). Publication. 137 p.
- Medina, M.G. 2004. Evaluación agronómica de una asociación de *Panicum maximum* y *Morus alba* (Linn.) en condiciones de pastoreo simulado. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 74 p.
- Medina, M.G., D.E García, T. Clavero, J.M. Iglesias y J.G. López. 2006. Comportamiento inicial de la morera (*Morus alba* L.) en la zona baja de los andes venezolanos. En: Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. 48 p.
- Rodríguez, I., G. Crespo, V. Torres y S. Fraga. 2003. Distribución de las bostas vacunas en dos agroecosistemas de gramíneas mejoradas y árboles en el trópico *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 37:73
- Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and wilk's test for normality to large samples. J. Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), 31:115-124.
- Sánchez, S., M. Hernández y L. Simón. 1998. Diversidad de los organismos del suelo bajo un sistema silvopastoril. En III Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería. Matanzas, Cuba. 295 p.
- Sánchez, S. y M. Milera. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. *Pastos y Forrajes.* 25:189

- Sánchez, S. y F. Reyes. 2003. Efecto de la macrofauna edáfica en una asociación *Morus alba* y leguminosas arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 26 (4): 315
- Sánchez, S. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en el pastizal de *Panicum maximum* Jacq y un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Tesis presentada en opción a Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba 123 p.
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el silvopastoreo. CIC – DECAP. Ciudad de la Habana, Cuba. 21 p.
- Soca, M. 2005. Las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes, comportamiento en los sistemas silvopastoriles cubanos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, La Habana - Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 100 p.
- Toral, O. 2006. Selección de germoplasma arbóreo con potencial forrajero para la ganadería cubana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. 117 p.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana. Madrid, España.

Leucograma y perfil proteico en becerros mestizos doble propósito, resistentes y susceptibles a la infestación natural por nemátodos gastrointestinales

Mariana Barrios^{1*}, Espartaco Sandoval¹, Olga Camacaro², Darwin Sánchez¹,
Luis Domínguez² y Oswaldo Márquez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). *Correo electrónico: mbarrios@inia.gob.ve.

² Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE). San Felipe estado Yaracuy. Venezuela.

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo con el fin de evaluar las alteraciones del leucograma (componente celular), y el perfil proteico (componente humoral) en becerros doble propósito, categorizados como resistentes y susceptibles, luego de la exposición a pastizales infestados. El estudio se realizó en 75 becerros mestizos de ambos sexos (37 machos y 33 hembras), pertenecientes a unidades de producción de doble propósito del municipio Manuel Monge, estado Yaracuy, Venezuela. Los animales fueron clasificados en tres grupos etarios: ≤ 60 días; de 61 a 210 días; > 210 días y agrupados de acuerdo a su predominio racial como: Cebú, Europeo y Carora. De acuerdo al número de huevos de estrongilos por gramo de heces (HPG) y el valor hematocrito (HTO), los animales se clasificaron como: resistentes tipo I (R1) con $HPG < 700$ y $HTO > 30\%$, resistentes tipo II (R2) con $HPG < 700$ y $HTO < 30\%$, susceptibles tipo I (S1) con $HPG > 700$ y $HTO > 30\%$ y susceptibles tipo II (S2) con $HPG > 700$ y $HTO < 30\%$. A todos los animales se les tomo asépticamente una muestra de sangre para las evaluaciones hematológicas y séricas y una muestra de heces para el estudio coprológico. Los grupos R1 y R2 presentaron leucocitosis con linfocitosis, niveles moderados de eosinófilos y valores normales de proteínas totales (PT) y sus fracciones; a diferencia de los grupos S1 y S2 quienes presentaron contajes normales de leucocitos sin ninguna alteración significativa entre sus tipos e hipoproteinemia con disminución de la fracción globulínica. Se encontró correlación negativa entre los HPG y los niveles de leucocitos, linfocitos, eosinófilos, neutrófilos, proteínas totales y globulinas. El predominio racial en cuanto a resistencia a nemátodos fue el siguiente: Carora>Cebú>Europeo. Los animales > 210 días, son los más resistentes a la infección por nemátodos, 26% para R1 vs 52% para R2 ($P < 0,05$). Cabe destacar, que en el grupo (R2) también se encuentran el mayor número de animales susceptibles a otras infecciones. Los animales más susceptibles a la infección por nematodos, son aquellos con menos de 60 días de nacidos.

Palabras clave: Leucocitos, proteínas, nemátodos, resistencia.

Leucogram and protein profile in dual purpose crossbred calves, resistant and susceptible to natural infection by gastrointestinal nematodes

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate white blood cell count alterations (cell component) and the protein profile (humoral component) in dual purpose calves, categorized as resistant and susceptible, after exposure to infested pastures. The study was conducted in 75 crossbred calves of both sexes (37 males and 33 females) from to dual-purpose operating units of the municipality Manuel Monge, Yaracuy state of Venezuela. Animals were divided into three age groups: ≤ 60 days, from 61 to 210 days, > 210 days and grouped according to their racial

dominance as: Cebu, European, Carora. According to number of strongyle eggs per gram of feces (HPG) and hematocrit (HTO), animals were classified as: resistant type I (R1) with HPG <700 and HTO > 30%, resistant type II (R2) with HPG <700 and HTO <30%, subject to type I (S1) with HPG > 700 and HTO > 30% and likely type II (S2) with HPG > 700 and HTO <30%. A blood sample was aseptically taken from all animals for haematological evaluations and for serum and faeces sample for the coprologic study. R1 and R2 groups showed leukocytosis with lymphocytosis, moderate levels of eosinophils and normal values of total proteins (PT) and its fractions, unlike S1 and S2 groups which had normal leukocyte counts without significant changes among types and hypoproteinemia with decreased globulin fraction. Negative correlation was found between HPG and the levels of leukocytes, lymphocytes, eosinophils, neutrophils, total proteins and globulins. The racial dominance for resistance to nematodes was: Carora > Cebu > European. The animals >210 days are the most resistant to nematode infection, 26% for R1 and R2 52% ($p < 0.05$). Group R2 are also the most susceptible animals to other infections. Animals most susceptible to nematode infection are those with less than 60 days of age.

Keywords: leukocytes, protein, nematode, resistance.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de doble propósito en Venezuela, son afectados negativamente por una serie de factores entre los cuales figuran las infestaciones parasitarias, las cuales inciden negativa y constantemente sobre la producción y productividad de los rebaños reduciendo el consumo de alimentos, retardando el crecimiento, disminuyendo la producción de carne y leche, disminuyendo la eficiencia reproductiva e incrementando la mortalidad, sobre todo en animales jóvenes (Hansen y Perry, 1994; Fuentes *et al.*, 1990; Morales *et al.*, 2002).

En condiciones naturales las infecciones parasitarias son pluriespecíficas concentrándose las mayores cargas en tan sólo unos pocos individuos de la población hospedadora (Morales *et al.*, 1998, 2001, 2005). La etiología de estas enfermedades son múltiples y frecuentemente interactivas y la gran mayoría dependen de los siguientes factores: a) condiciones inmunológicas del hospedador, b) patogenicidad del o los parásitos y c) condiciones ambientales favorables para la instauración de la infección.

Asimismo todos estos factores van a determinar que algunos animales se comporten resistentes o susceptibles a las infecciones parasitarias. En el caso de los bovinos existen diversas publicaciones sobre resistencia genética a las enfermedades, lo cual ha sido considerado como un fuerte componente de la adaptabilidad, como resultado de la selección natural (Gasbarre *et al.*, 2001; Grecis, 2001; Morales *et al.*, 2005; Alba, 2007). La influencia de la variación genética en la resistencia a la infección por nematodos

en rumiantes, tanto *entre* como *intra* razas, llegando a ser un factor de tal importancia que muchas de las diferencias observadas a este respecto entre razas, se deben en realidad al efecto de un animal en particular (Costa y Mejía, 1989; Díaz *et al.*, 2000; Morales *et al.*, 2005).

Al hablar de resistencia y susceptibilidad a infecciones es importante considerar los componentes inflamatorios (celulares y humorales), por ser estos los primeros en ofrecer una respuesta ante la irrupción de agentes foráneos que comprometen la integridad funcional del organismo hospedador.

Por estas razones, este trabajo se planteó estudiar las alteraciones en el leucograma (componente celular) y en el perfil proteico (componente humoral) en becerros doble propósito, resistentes y susceptibles, luego de la exposición a pastizales infestados, con el objeto de caracterizar, en parte, los mecanismos que determinan la resistencia y susceptibilidad a la infestación natural contra nemátodos gastrointestinales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

El estudio se realizó en 75 becerros mestizos de ambos sexos (37 machos y 33 hembras) pertenecientes a unidades de producción de doble propósito ubicadas en el municipio Manuel Monge del estado Yaracuy, en Venezuela. Los animales fueron clasificados en tres grupos etarios: ≤ 60 días; de 61 a 210 días; > 210 días y agrupados de acuerdo a su predominio racial como: Cebú, Europeo y Carora. A todos los animales se les hizo un estudio coprológico y hematológico inicial y

de acuerdo al número de huevos de estrongilos por gramo de heces (HPG) y el valor hematocrito (HTO), los animales se clasificaron como (Morales *et al.*, 2006).

Resistentes tipo I (R1): HPG <700 y HTO >30%

Resistentes tipo II (R2): HPG <700 y HTO <30%

Susceptibles tipo I (S1): HPG >700 y HTO >30%

Susceptibles tipo II (S2): HPG >700 y HTO <30%

Muestra de sangre

A todos los animales se les tomó asepticamente una muestra de sangre completa por venipuntura de la vena yugular, utilizando tubos vacutainer con EDTA como anticoagulante, para la obtención de sangre completa y tubos vacutainer sin anticoagulante para la obtención de suero. Una vez obtenida la sangre, se dejo reposar a temperatura ambiente por 30 min, al retraerse el coagulo se procedió a la centrifugación a 3500 rpm durante 10 min, separando de esta manera el suero el cual fue alicuotado en tubos estériles previamente identificados, para ser almacenados en congelación hasta su uso (Sandoval *et al.*, 2008).

Muestra de heces

Las muestras de heces fueron tomadas directamente del recto de cada animal en bolsas de polietileno, adecuadamente identificadas y colocadas en cavas con hielo para su traslado al laboratorio en donde fueron inmediatamente procesadas. Se utilizó la técnica coproscópica cuantitativa de Mc Master, empleando solución salina sobre saturada de NaCl como líquido de flotación (Sandoval *et al.*, 2008).

Hematocrito

El hematocrito (HTO) fue determinado por la técnica del microhematocrito centrifugando a 15000 rpm durante 10 min (Shchelm *et al.*, 1981).

Estudio del leucograma

El conteo de leucocitos totales se realizó utilizando cámara hematimétrica y solución de Turk como diluyente. El recuento diferencial de leucocitos se obtuvo contando 100 células a partir de un frotis de sangre periférica coloreado con Giemsa, obteniendo de esta manera contajes relativos, los cuales fueron transformados a valores absolutos considerando el

número total de leucocitos como 100% (Shchelm *et al.*, 1981).

Determinación de proteínas séricas totales y fraccionadas

Siguiendo las especificaciones del fabricante del Kit comercial Proti2 de Wiener, se realizó la determinación colorimétrica de proteínas totales (PT) y albúmina (ALB) en suero. Para la lectura en espectrofotómetro (Starfax millenium III) se utilizaron las longitudes de onda de 545 y 630 nm para la determinación de PT y ALB, respectivamente. El valor de globulinas (GLOB) se obtuvo restando el valor de ALB al de PT. La relación albumina/globulina (A/G) se obtuvo dividiendo los valores de ALB entre los de GLOB.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva (media \pm Desviación estándar). Debido a que los valores de HPG no se ajustaron a una distribución normal (Prueba de Shapiro-Wilks), se realizó una transformación logarítmica (Log 10 HPG+25) de los mismos con el fin de normalizarlos, de acuerdo a las recomendaciones de Bath *et al.*, (2001). Las diferencias entre las medias fueron estudiadas a través de la prueba de t-Student. El estudio entre predominio racial y grupos etarios se realizó mediante análisis de frecuencias, utilizando la prueba de Chi² para establecer las diferencias entre los grupos. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para establecer relaciones entre variables. Todos los análisis fueron realizados con el programa Infostat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que los animales resistentes (R1 y R2) presentan una baja carga parasitaria, con leucocitosis, linfocitosis y valores normales de Eosinófilos y Neutrófilos. Estos resultados reflejan una adecuada respuesta de las células inflamatorias al estímulo antigénico constante (pastos infectados con nematodos gastrointestinales), destacándose el protagonismo de los Linfocitos y los Eosinófilos en dicha respuesta. A pesar que no se observa eosinofilia el número de estas células es significativamente mayor en los resistentes respecto a los susceptibles (P<0,05). El reto antigénico constante y la falta de eosinofilia en presencia de linfocitosis

Cuadro 1. Carga parasitaria, hematocrito y leucograma en becerros doble propósito infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales.

	Carga parasitaria (HPG)	HTO (%)	LEUC (x10 ⁹ /L)	EOS (x10 ⁹ /L)	NEU (x10 ⁹ /L)	LINF (x10 ⁹ /L)	MON (x10 ⁹ /L)
R1	137±59 ^a	32±3 ^a	12,97±4,49^a	0,25±0,45 ^a	2,42±1,33 ^a	10,23±1,33^b	0,03±0,07 ^a
R2	108±99 ^a	21±5^b	13,68±5,55^a	0,25±0,36 ^a	1,99±1,15 ^a	11,88±5,07^b	0,09±0,08^b
S1	1422±1076 ^b	31±4 ^a	10,86±3,12 ^b	0,07±0,14 ^b	2,02±0,99 ^a	8,74±2,45 ^a	0,02±0,05 ^a
S2	2161±403 ^b	20±5^b	9,16±3,19 ^b	0,06±0,08 ^b	1,09±0,77^b	7,95±2,84 ^a	0,08±0,06^b
VR		30-41	8-11	0,0-0,7	2-3	5-8	0,00-0,07

Media ± Desviación estándar; R1 y R2: Animales resistentes; S1 y S2: Animales susceptibles; HPG: Huevos por gramo de heces; LEUC: Leucocitos; EOS: Eosinófilos; NEU: Neutrófilos; LINF: Linfocitos; MON: Monocitos; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05), prueba t-student.

sugieren el establecimiento de una respuesta adaptativa que le confiere al huésped resistencia ante la infección (Claerebout y Vercruyse, 2000; Sandoval *et al.*, 2007).

Los animales susceptibles (S1 y S2) presentan altas cargas parasitarias (1422 y 2161 HPG, respectivamente) y valores normales en el leucograma excepto en S2 donde el conteo de Neutrófilos estuvo por debajo del rango de referencia. Este leucograma demuestra una falta de respuesta del hospedador debido probablemente a mecanismos de evasión de los parásitos que llevan al sistema inmunológico a ignorar o tolerar la infección (Gasbarre *et al.*, 2001; Grecnis, 2001; Garavito *et al.*, 2002; Veer *et al.*, 2007).

Se observaron diferencias significativas entre los animales resistentes y susceptibles respecto al conteo total de leucocitos, los eosinófilos y linfocitos. Sólo se encontró significancia estadística respecto al conteo de neutrófilos entre los grupos S1 y S2.

Sandoval *et al.* (2007), describieron un comportamiento similar en ovejas a pastoreo infectadas naturalmente con estróngilos digestivos, donde encontraron un incremento en el conteo total de leucocitos y en el número de eosinófilos.

Se encontraron diferencias significativas (P<0,05) entre los dos grupos de resistentes y los dos, grupos de susceptibles en cuanto al valor de HTO y el conteo de monocitos. Observándose en los grupos R1 y S1 valores normales de HTO con conteos de monocitos normales y en los grupos R2 y S2 valores de HTO bajos con monocitosis ligera.

El valor de hematocrito bajo y los monocitos altos, en el grupo R2, sugieren la intervención de otras patologías infecciosas que justifiquen el proceso anémico y la monocitosis, tales como: las infecciones por hemoparásitos, infecciones bacterianas subagudas o crónicas, infecciones virales o síndromes mononucleósicos (Goldsby *et al.*, 2001). En el grupo S2 el hematocrito bajo y los monocitos altos sugieren la cronicidad de la infección helmíntica debida probablemente a su alta susceptibilidad por la falta de una respuesta inmune adecuada, sin linfocitosis y/o eosinofilia, contra los parásitos.

El grupo S1 a pesar de presentar un nivel de infección alto el valor HTO se encuentra dentro del rango referencial, sugiriendo el posible establecimiento de un mecanismo de tolerancia inmunológica que justifique el no desarrollo de anemia en estos animales. Este grupo ha sido descrito por otros autores, desde el punto de vista parasitario, como animales resilientes (Morales, 2005), pudiendo denominarse desde el punto de vista inmunológico, como animales tolerantes a la infestación helmíntica por cuanto a pesar de presentar altas cargas parasitarias no se ve afectado su estado fisiológico general ni los niveles productivos.

En el Cuadro 1 se evidencia claramente la existencia de animales tanto resistentes como susceptibles con valores de HTO normales o bajos. La evaluación de este parámetro es útil cuando está acompañado de una coprología cuantitativa (HPG), ya que el HTO por sí sólo puede variar debido a múltiples

causas, entre estas: estados fisiológicos, deficiencias nutricionales, enfermedades crónicas, parasitosis, procesos neoplásicos y otros estados infecciosos.

En el Cuadro 2 se observa en los grupos de resistentes valores normales de PT, GLOB y ALB, mientras que en los susceptibles valores disminuidos de PT y GLOB. Las diferencias encontradas entre estos dos grupos fueron significativas ($P < 0,05$) para los valores de PT y GLOB. La relación A/G se mantuvo entre los valores normales para todos los grupos sin encontrarse diferencias entre ellos.

La disminución de la fracción globulínica (donde se encuentran los anticuerpos) en los animales susceptibles sugiere la ausencia de una respuesta humoral eficiente (TH_2) que limite la infección

parasitaria, creándose un ambiente favorable para el libre desarrollo de los nematodos gastrointestinales (Grencis, 2001; Jackson *et al.*, 2006). La respuesta TH_2 ha sido descrita ampliamente como el tipo de respuesta adecuado para combatir las parasitosis eficientemente (Claerebout *et al.*, 2005).

Al hacer análisis de correlación (Cuadro 3) se encontró que existe una fuerte correlación negativa entre los valores de HPG y los leucocitos totales, eosinófilos, linfocitos, PT y GLOB ($r = -0,99$; $-0,96$; $-0,84$; $-0,92$ y $-0,87$, respectivamente con $P < 0,05$). Los valores disminuidos de estos parámetros favorecen la instauración de una infección grave por nemátodos gastrointestinales. Entre HPG y neutrófilos se encontró una fuerte correlación negativa sólo en el grupo S2 ($r = -0,72$; $p = 0,03$), los cuales son los animales

Cuadro 2. Carga parasitaria, hematocrito y perfil proteico en becerros doble propósito infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales.

	HPG	HTO (%)	PT (g/l)	GLOB (g/l)	ALB (g/l)	RELACIÓN A/G
R1	137±159 ^a	32±3 ^a	6,8±1,0 ^a	3,8±1,0 ^a	3,0±0,6	0,8±0,5
R2	108±199 ^a	21±5 ^b	6,9±1,1 ^a	3,6±1,3 ^a	3,3±0,8	0,9±1,0
S1	1422±1176 ^b	31±4 ^a	6,0±0,9^b	3,1±0,9^b	2,9±0,5	0,9±0,4
S2	2161±403 ^b	20±5 ^b	5,5±0,9^b	2,9±0,9^b	2,6±0,4	0,9 ±0,4
VR		30-41	6,6-8,1	3,3-4,6	2,3-3,5	0,8-0,9

Media ± Desviación estándar; R1 y R2: Animales resistentes; S1y S2: Animales susceptibles; HPG: Huevos por gramo de heces; PT: Proteínas totales; GLOB: Globulinas; ALB: Albúmina; A/G: Albúmina/Globulina; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre los valores de HPG y HTO con los diferentes tipos de leucocitos, PT y Globulinas.

	HPG (r)	HTO (r)	P
Leucocitos	-0,99		0,00
Eosinófilos	-0,96		0,04
Neutrófilos	-0,72*		0,03
Linfocitos	-0,84		0,04
Monocitos		-0,96	0,04
Proteínas totales	-0,92	0,81*	<0,05
Globulinas	-0,87	0,84*	<0,05

* Correlación encontrada sólo en el grupo **S2**

más susceptibles, este hallazgo sugiere una posible participación, de este tipo celular en la respuesta contra los estrongilos digestivos en esta especie (Espinoza *et al.*, 2000; Veer *et al.*, 2007; Anbu *et al.*, 2008).

El HTO se correlacionó negativamente con el conteo de monocitos ($r=-0,96$; $p=0,04$) en todos los grupos y positivamente con PT y GLOB sólo en el grupo S2 ($r=0,81$ y $0,84$, respectivamente. $P<0,05$). Valores bajos de HTO con monocitosis han sido descritos en estados infecciosos crónicos, ya sean parasitarios, bacterianos o virales (Goldsby *et al.*, 2001). Un incremento en las proteínas séricas totales y específicamente en la fracción GLOB ocasionaría un incremento en la síntesis de hemoglobina (proteína del grupo de las GLOB) y por tanto un incremento en el número de eritrocitos y del HTO (Durán *et al.*, 2006).

La Figura 1 muestra para R1 el siguiente orden de predominio racial: PCe>PCa>PEu, y para R2: PCa>PCe>PEu, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. En S1 (animales resilientes o inmunotolerantes) el predominio racial siguió este orden: PEu>PCa>PCe; y en S2 el orden fue: PEu>PCe, no encontrándose animales con PCa en este grupo. Todas estas diferencias si fueron significativas estadísticamente.

Estos resultados muestran como la mayoría de animales con predominio cebú o carora (PCe o PCa) se encuentran en los grupos R1 y R2 (81 y 86%, respectivamente), es decir son más resistentes,

mientras que la mayoría de animales con predominio europeo (PEu) se encuentran en los grupos S1 y S2 (52%), es decir son más susceptibles.

Los animales con PCa se ven más favorecidos ya que apenas un 14% de estos se encuentran en el S1 y ninguno en el S2, versus el 86% que se encuentran en R1 y R2. Esto pudiera deberse al componente criollo que tiene esta raza, los cuales han sido descritos como animales resistentes a los nemátodos gastrointestinales (Morales *et al.*, 2006). Le siguen en resistencia los animales con PCe, de los cuales el 19% son susceptibles y el 81% resistentes. Los que tienen PEu resultaron ser los más susceptibles con un 52% de estos en los grupos S1 y S2 y un 48% en R1 y R2.

Para muchas enfermedades, los estudios han mostrado que ciertas razas son menos susceptibles que otras; entre los ejemplos está el bovino N'dama de África Occidental que es resistente a tripanosoma y el ovino Red Maasai de África Oriental que muestra altos niveles de resistencia a parásitos gastrointestinales. Para algunas enfermedades (incluyendo a los nemátodos en ovinos), la selección dentro de raza para resistencia o tolerancia a enfermedades es viable. Las tecnologías de marcadores moleculares ofrecen oportunidades para continuar avanzando, pero su aplicación práctica en el control de enfermedades ha sido limitada. (Costa *et al.*, 1989; Suarez *et al.*, 1995; Díaz *et al.*, 2000; Morales *et al.*, 2005; Alba, 2007).

Es indiscutible, que una alternativa viable para lograr el control sustentable de la estrongilosis

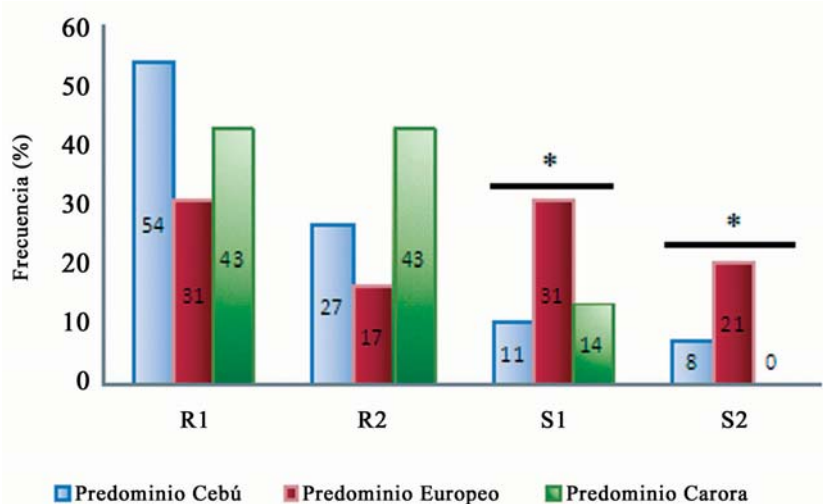


Figura 1. Frecuencia relativa de animales resistentes y susceptibles a la infestación natural por nematodos gastrointestinales de acuerdo al predominio racial.

digestiva de los rumiantes, radica en el uso de animales genéticamente resistentes a la infestación. Esto es factible debido a que el carácter “Resistencia a la infestación parasitaria”, es variable tanto *intra* como *entre* razas y es de naturaleza genética y por consiguiente heredable. Además, es aplicable para estróngilos digestivos, garrapatas e incluso moscas de interés veterinario, constituyendo dicha resistencia un carácter de gran importancia que debe ser considerado a la hora de establecer un programa de selección de animales (Stear y Murria, 1994; Mandonnet, 1995; Gray, 1997; Baker, 1999; FAO, 2003; Morales *et al.*, 2005).

La Figura 2 se puede observar que los animales >210 días son los más resistentes a la infección por nematodos, 26% para R1 y 52% para R2 ($P < 0,05$). Cabe destacar, que en este grupo donde también se encuentran el mayor número de animales susceptibles a otras infecciones (R2). Los animales más susceptibles a la infección por nematodos, son aquellos con menos de 60 días de nacidos.

Al nacimiento el ternero carece de factores inmuno específicos de modo tal, que está altamente expuesto a sufrir infecciones de variado tipo. La respuesta inmune contra los helmintos es transitoria y poco eficaz y se desarrolla a medida que los animales están en contacto con los parásitos y desarrollan defensas, por consiguiente el contacto con los parásitos es importante a temprana edad, para que la inmunidad se vaya desarrollando paulatinamente (Gasbarre *et al.*, 2001).

El aprovechamiento de la diversidad genética para aumentar la resistencia o tolerancia a enfermedades que se han encontrado en algunas poblaciones de ganado, ofrece una herramienta adicional para el control de enfermedades. Las opciones consideran la necesidad de elegir la raza apropiada para cada determinado ambiente de producción, el cruzamiento entre razas para incorporar resistencia en razas que no están bien adaptadas, y el mejoramiento genético a través de la selección de animales que tienen altos niveles de resistencia o tolerancia a enfermedades.

CONCLUSIONES

Los animales resistentes a la infestación natural por nemátodos gastrointestinales presentaron leucocitosis con linfocitosis, niveles moderados de eosinófilos y valores normales de PT y sus fracciones; a diferencia de los susceptibles quienes presentaron contajes normales de leucocitos sin ninguna alteración significativa entre sus tipos e hipoproteïnemia con disminución de la fracción globulínica.

Se encontró, correlación negativa entre los HPG y los niveles de leucocitos, linfocitos, eosinófilos, neutrófilos, Proteínas totales y globulinas.

El predominio racial en cuanto a resistencia a nematodos fue el siguiente: Carora>Cebú>Europeo.

Los animales más jóvenes resultaron ser los más susceptibles a la infestación natural por nemátodos.

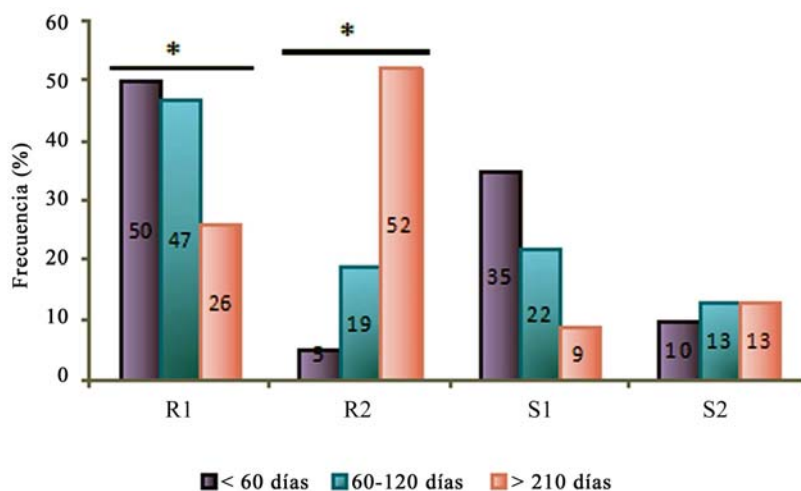


Figura 2. Frecuencia relativa de animales resistentes y susceptibles a la infestación natural por nematodos gastrointestinales de acuerdo al grupo etario.

LITERATURA CITADA

- Alba, J. 2007. Resistencia a enfermedades y adaptación de ganados criollos de América al ambiente tropical. Disponible en línea: <http://www.produccion-animal.com.ar>. [Octubre 14, 2009].
- Anbu, K. and P. Joshi 2008. Identification of a 55 kDa *Haemonchus contortus* excretory/secretory glycoprotein as a neutrophil inhibitory factor. *Parasite Immunology*. 30: 23–30.
- Bath, G., J. Hansen, R. Kreck, J. Van Wyk and A. Vatta. 2001. Sustainable Approaches for Manging Haemonchosis in Sheep and Goats. Final Report of Faotchemical Co-Peration Project in South Africa. Project No. TCP/ SAF / 8821 (A). FAO Roma. 90 p.
- Baker, R. 1999. Genetic resistance to endoparasites in sheep and goats in the tropics and evidence for resistance in some sheep and goats breeds in sub-humid coastal Kenya. *Animal Genetic Resources Information*. 24:13-30.
- Claerebout, E. and J. Vercruyse. 2000. The immune response and the evaluation of acquired immunity against gastrointestinal nematodes in cattle: a review. *Parasitology*. 120 Suppl:S25-42.
- Claerebout, E., P. Vercauteren, A. Geldhof, D. Olbrechts, B. Zarlenga, S. Goddeeris and J. Vercruyse. 2005. Cytokine responses in immunized and non-immunized calves after *Ostertagia ostertagi* infection. *Parasite Immunology*. 27:325–331.
- Costa, J. y M. Mejía. 1989. Efecto de la raza en la respuesta a la agresión por nematodos gastrointestinales en novillos de invernada. *Veterinaria Argentina*. 52:128-135.
- Díaz, P., G. Torres, M. Osorio, P. Pérez, A. Pulido, C. Becerril y J. Herrera. 2000. Resistencia a parásitos gastrointestinales en ovinos Florida, pelibuey y sus cruces en el trópico mexicano resistance to gastrointestinal parasites in Florida, pelibuey and crossbred sheep in the Mexican tropics. *Agrociencia*. 34(1):enero-febrero.
- Durán, F., Roldán C., Martínez H y Durán L. 2006. Patologías en los sistemas y aparatos de los animales (Anemia). En Durán F. (Ed). *Vademécum Veterinario*. Grupo Latino Ltda, Colombia, pp. 182-193.
- Espinoza, E., N. González, P. Aso, H. Caballero, J. Fuenmayor y E. L. Hidalgo 2000. Leucograma en novillas y becerros (holstein) infectados con una cepa venezolana de *trypanosoma vivax*. *Pesq. agropec. bras.* 35(3):647-652.
- F.A.O. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Salud Animal. Roma, 52 p.
- Fuentes, E., R. Acosta, L. De Moreno, R. López, N. Pérez y N. Rivero. 1990. Aspectos epidemiológicos de las helmintosis gastrointestinales en becerros de un rebaño del Distrito Muñoz, estado Apure. *Veterinaria Tropical*. 15:99-108.
- Garavito, E., A. Rojas, P. Méndez y A. Iglesias. 2002. Tolerancia inmunológica ¿Por qué convivimos con nuestros tejidos? *Revista colombiana de reumatología*. 9(2):124-129.
- Gasbarre, L., L. Leighton, and T. Sonstegard. 2001. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 98:51-64.
- Goldsby, R., T. Kindt and B. Osborne. 2001. Immune response to infectious diseases. In *Immunology*. Chapter 17:425-448. Fourth edition. W.H. Freeman and Company. New York.
- Gray, G. 1997. The use of genetically resistant sheep to control nematode parasitism. *Veterinary Parasitology*. 72:345 – 366.
- Grencis, R. K. 2001. Cytokine regulation of resistance and susceptibility to intestinal nematode infection from host to parasite. *Veterinary Parasitology* 100: 45-50.
- Hansen, J. and B. Perry. 1994. The epidemiology diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases; Nairobi, Kenya. 171 p.
- INFOSTAT. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

- Jackson, J., J. Turner, M. Kamal, V. Wright, Q. Bickle, K. Else, M. Ramsan and J. Bradley. 2006. Gastrointestinal nematode infection is associated with variation in innate immune responsiveness. *Microbe and infection*. 8:487-492.
- Mandonnet, N. 1995. Analyse de la variabilité génétique de la résistance aux strongles gastrointestinaux chez les petits ruminants. Elements pour la definition d'objectifs et de critères de sélection en milieu tempéré ou tropical. These Docteur en Scinces. Orsay. Paris. Université de Paris XI, 115 p.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval y L. Moreno. 1998. Importancia de los animales acumuladores de parásitos (wormy animals) en rebaños de ovinos y caprinos naturalmente infectados. *Analecta Veterinaria*. 18(1/2): 1-6.
- Morales, G., L. A. Pino y L. Moreno. 2001. Carga parasitaria y riqueza específica de nematodos Strongylida en bovinos a pastoreo. *Veterinaria tropical*. 26 (2):109-116.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval, W. Aragort y L. G. Moreno De. 2002. Intensidad de la infección parasitaria sobre los índices ecológicos de la infracomunidad de nematodos strongylida en bovinos naturalmente infectados. *Veterinaria Tropical*. 27(1):41-50.
- Morales, G., L. Pino, E. Sandoval y D. Jiménez. 2005. Helminthosis gastrointestinales de los bovinos en Venezuela. CENIAP HOY N° 8 mayo-agosto, disponible en línea: www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/morales_g2/morales_g2.html. [Octubre 10, 2009.]
- Morales, G., L. Pino, E. Sandoval, J. Florio y D. Jiménez. 2006. Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. *Zootecnia Tropical*. 24(3):333-346.
- Sandoval, E., G. Morales, L. Pino, D. Jiménez y O. Márquez. 2007. Evaluación del comportamiento leucocitario en ovejas a pastoreo como un criterio para determinar la susceptibilidad a la infección con estróngilos digestivos. *REDVET*. VIII (9). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090307/090721.pdf>. [Enero 15, 2011.]
- Sandoval, E., D. Jiménez, O. Márquez, G. Morales y L. Pino. 2008. Manual para la toma y conservación de muestras biológicas con fines diagnósticos en rumiantes. Publicación CIEPE. San Felipe, Venezuela. 8 p.
- Shchelm, O., N. Dain y E. Carrol. 1981. *Hematología Veterinaria* (1ª Ed). Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 857 p.
- Stear, M. y M. Murray. 1994. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*. 54: 161 – 176.
- Suarez, V., M. Buseti and R. Lorenzo. 1995. Comparative effects of nematode infection on *Bos taurus* and *B. indicus* crossbred calves grazing on Argentina's Western Pampas. *Veterinary Parasitology*. 58:263-271.
- Veer, M., J. Kemp and E. Meeusen. 2007. The innate host defence against nematode parasites. *Parasite Immunology*. 29:1-9.

Influencia del ciclo reproductivo y de los parámetros ambientales sobre los sustratos energéticos en las gónadas del mejillón marrón *Perna perna* L. (1758), en el Mar Caribe (Nororiente de Venezuela)

Berenice Licet^{1*}, Dwight Arrieche², Luís Freites³, César Lodeiros³ y Vanesa Acosta⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

* Correo electrónico: blicet@inia.gob.ve.

² Universidad de Oriente (UDO). Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

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

⁴ Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluaron los sustratos energéticos contenidos en las gónadas de una población del mejillón marrón *Perna perna*, ubicada en el Mar Caribe (Nororiente de Venezuela). Los ejemplares fueron recolectados mensualmente, mediante buceo libre y autónomo, desde febrero 2000 hasta enero 2001. Para tal fin, se seleccionaron 675 organismos, tomando en cuenta el sexo y el estadio reproductivo. En ambos sexos pero sobre todo en las hembras, fue observada la ocurrencia de estadios de madurez y desove durante todo el año, sugiriendo de esta forma una reproducción continua. En cuanto a las caídas observadas en el peso seco de los lóbulos gonádicos, estos se correspondieron de manera temporal (abril-mayo y noviembre-diciembre) con el estadio 4 (desove), mientras que en el caso de los componentes bioquímicos, durante dicho período reproductivo se produjo una disminución de los lípidos y proteínas, mientras que los mayores contenidos de lípidos y proteínas fueron observados durante el estadio de madurez sexual (3). Por su parte, los valores máximos de (clorofila *a*) fueron observados en mayo y noviembre, mientras que el mínimo fue observado en agosto del mismo año. Los bajos contenidos de carbohidratos durante los periodos de maduración gonádica (3) y alta disponibilidad de alimento sugieren la inmediata transformación de esta reserva metabólica, probablemente para el mantenimiento del metabolismo así como para los procesos reproductivos. Los cambios observados en los contenidos de los sustratos energéticos evidencian una compleja interacción entre la disponibilidad de alimento y los procesos reproductivos.

Palabras clave: bivalvo, ciclo reproductivo, composición bioquímica, mejillón, *Perna perna*.

Influence of the reproductive cycle and environmental parameters on energetic substrates in the gonads of the brown mussel *Perna perna* L. (1758), in the Caribbean Sea, (Northeastern of Venezuela)

ABSTRACT

We evaluated the energy substrates contained in the gonads of a population of brown mussel *Perna perna*, located of the Caribbean Sea (Northeastern Venezuela). Specimens were collected monthly, by free diving and autonomous, February 2000-January 2001. To this end, 675 organizations were selected, taking into account sex and reproductive stage. In both sexes, but especially in females, was observed the occurrence of stages of maturity and spawning throughout the year, thus suggesting a continuous playback. As for the falls seen in the dry weight of the gonadal lobes, these corresponded to a temporary basis (April to May

and November-December) with stage 4 (spawning), while in the case of biochemical components during the reproductive period there was a reduction of lipids and proteins, while the highest content of lipids and proteins were observed during the stage of sexual maturity. For its part, the maximum values of chlorophyll a were observed in May and November, while the minimum was observed in August of that year. The low carbohydrate content during periods of gonad maturation (3) and high food availability suggest the immediate transformation of this metabolic reserve, probably for the maintenance of metabolism and for the reproductive processes. The observed changes in content of energy substrates show a complex interaction between food availability and reproductive processes.

Keywords: bivalve, biochemical composition, mussel, *Perna perna*, reproductive cycle.

INTRODUCCIÓN

El mejillón marrón *Perna perna*, es un habitante de los fondos rocosos, desde la zona intermareal hasta unos 11 metros de profundidad de la zona infralitoral marina (Lodeiros *et al.*, 1999). Es una especie dioica, sin dimorfismo sexual en la morfometría de la concha. Su reproducción es continua con máximos en los últimos y primeros meses del año, asociados con temperaturas bajas (Acuña, 1977).

Su período larvario varía entre 12 y 14 días, tiempo en el cual transcurre el desove y la fijación. Tiene un período de engorde que abarca aproximadamente cinco meses, el cual tiene una relación directa con las variaciones del peso de la carne, carbohidratos, lípidos y proteínas (Benítez, 1968). Un estudio realizado por Azuaje y Vélez (1986), demostró que las poblaciones naturales y cultivadas de esta especie pueden ser utilizadas como stock de reproductores en gran parte del año.

Nusetti y Morales (1988), analizaron algunos parámetros bioquímicos de los tejidos del mejillón *Perna perna*, de diferentes tallas, y observaron diferencias de disponibilidad energética asociada con el crecimiento. Recientemente, Acosta *et al.*, (2010), estudiaron la influencia de los factores ambientales sobre los componentes bioquímicos en diferentes tejidos (músculo, gónadas, y resto de tejidos) de *Perna perna* y *P. viridis*, que *P. perna* tiene una mayor capacidad para explotar eficientemente los recursos alimenticios, bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, acumulando reservas energéticas (carbohidratos) en sus tejidos, particularmente en el músculo, en comparación con *P. viridis*.

Muchos bivalvos han merecido una determinada atención sobre su ecología y reproducción, debido a que presentan a nivel mundial un rubro importante en la industria alimenticia. Las investigaciones relacionadas con la composición bioquímica han sido de mucha importancia, ya que han permitido determinar el valor alimenticio de la carne de muchos organismos de interés comercial (peces, crustáceos y moluscos), y a su vez han proporcionado información para entender el balance energético y ecológico de dichos organismos. Los cambios estacionales observados de la composición bioquímica, particularmente de los moluscos dependen de diversos factores extrínsecos como son la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento, además de factores intrínsecos como etapas reproductivas (Beninger y Lucas, 1984).

Algunos investigadores han logrado determinar que existen fluctuaciones estacionales en los niveles de proteínas, lípidos y carbohidratos en varios de tejidos de bivalvos marinos, muchas de las cuales son resultantes de la interacción de ciclos factores ambientales y reproductivos (Ansell *et al.*, 1980; Azuaje y Vélez 1986; Lodeiros *et al.*, 2001; Acosta *et al.*, 2009).

En el presente estudio se evaluaron las variaciones mensuales de los componentes bioquímicos de los lóbulos gonádicos en los diferentes estadios de madurez sexual de una población del mejillón marrón *Perna perna*, procedente del Islote de Guarapo, estado Sucre, Venezuela.

De este modo, se pudieron establecer las posibles diferencias entre sexos, la evolución del ciclo gametogénico, composición bioquímica y sus relaciones con los parámetros ambientales, con la

finalidad de instaurar estrategias para llevar a cabo una explotación más racional de este importante recurso pesquero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se recolectaron en el Islote de Guarapo, ubicado aproximadamente a 14 km al Este de Chacopata, estado Sucre en Venezuela (10° 40' 01" N, 63° 40' 02" W). Este islote está formado por un banco rocoso, con un área de aproximadamente 20 m², en donde la profundidad oscila entre 0,3 m y 8 m. Los ejemplares fueron seleccionados con una talla mínima de 30 ± 2,02 mm, con el objetivo de asegurar que los mismos presentarán la misma actividad sexual y que permitiera hacer más fácilmente la disección de los lóbulos gonádicos. Los muestreos se realizaron mensualmente a partir de febrero del año 2000 hasta enero de 2001.

Una vez obtenidos los organismos, estos fueron trasladados vivos al laboratorio donde se procedió a la eliminación de epibiontes sobre sus conchas. Seguidamente, se seleccionaron 10 machos y 10 hembras, de cada estadio de madurez gonadal, siguiendo la escala de apreciación visual establecida por Marques *et al.*, (1991), tal y como sigue: estadio 1: inicio reproductivo (gónada traslúcida e incolora); estadio 2: inmaduro (gónada dispersa); estadio 3: maduro (gónada llena de color intenso); estadio 4: desove (gónada madura con áreas claras); estadio 5: regresión gonádica (gónada flácida). Una vez identificados los estadios reproductivos, los organismos fueron preservados mediante congelación hasta su posterior procesamiento.

Parámetros ambientales

Para los datos de la temperatura se tomó como referencia los trabajos de Marcano (1992), en Isla de Lobos y los de Salaya *et al.*, (1977), en Guatapanare y la Esmeralda en el estado Sucre. Se recolectaron muestras de agua de mar con una botella Niskin de 5 litros, las mismas fueron depositadas en un envase plástico, previa filtración a través de un tamiz de 280 µm con la finalidad de eliminar el macroplankton. Luego, volúmenes de 500-1000 ml se filtraron al vacío con un equipo Millipore a través de filtros GFF (0,7 µm). La determinación del seston total, orgánico e inorgánico, se realizó por métodos gravimétricos y la biomasa fitoplanctónica (clorofila *a*) se estimó

por el método espectrofotométrico, siguiendo las recomendaciones de Strickland y Parson (1972).

La temperatura fue registrada diariamente mediante un termógrafo electrónico marca Sealog-Vemco. Se recolectaron muestras de agua de mar con una botella Niskin de 5 litros, las mismas fueron depositadas en un envase plástico, previa filtración a través de un tamiz de 280 µm con la finalidad de eliminar el macroplankton. Posteriormente volúmenes de 500-1000 ml se filtraron al vacío con un equipo Millipore a través de filtros GFF (0,7 µm). La determinación del seston total, orgánico e inorgánico, se realizó por métodos gravimétricos y la biomasa fitoplanctónica (clorofila *a*) se estimó por el método espectrofotométrico, siguiendo las recomendaciones de Strickland y Parson (1972).

Ciclo gametogénico

Con los datos mensuales obtenidos de los estadios de maduración sexual de machos y hembras, se elaboraron histogramas para conocer las oscilaciones del desarrollo gametogénico y períodos de desove del mejillón marrón en la zona de estudio.

Composición bioquímica

Las cuantificaciones de los componentes bioquímicos se hicieron por triplicado, en los lóbulos gonádicos secos y pulverizados, por sexo y estadio de maduración sexual, excluyendo a los ejemplares en inicio reproductivo por presentar lóbulos gonádicos muy pequeños y de difícil disección.

La determinación de las proteínas se realizó por el método colorimétrico empleando el reactivo de Folin-Ciocalteu (Lowry *et al.*, 1951). Se obtuvo una curva de calibración en un espectrofotómetro, utilizando solución de albúmina de suero de bovino, SIGMA A- 7888, (1 mgml⁻¹). Por último, la absorbancia fue medida a 750 nm. Los carbohidratos fueron cuantificados mediante el método colorimétrico utilizado por Dubois *et al.* (1956).

Se realizó una curva de calibración con soluciones patrones de glucosa (D- Glucosa; SIGMA, G-5767), grado analítico. La absorbancia se midió a 490 nm. Los lípidos fueron cuantificados mediante el método colorimétrico descrito por Marsh y Weinstein (1966). La curva de calibración se obtuvo con un patrón de ácido palmítico (SIGMA, P- 5585), mientras que la absorbancia fue obtenida a 375 nm.

Análisis estadísticos

Los datos biométricos fueron examinados por sexos y estados de maduración sexual, a través de un análisis de regresión, además de correlación, entre la longitud de los ejemplares y el peso seco de los lóbulos gonádicos. Se aplicó un ANOVA factorial, para detectar diferencias significativas en los parámetros biométricos y bioquímicos, entre los sexos, estadios de maduración y el tiempo de estudio. En aquellos factores donde mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$), éstas se contrastaron mediante una prueba *a posteriori* de Scheffé (Zar, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros ambientales

La biomasa fitoplanctónica (Figura 1) mostró una serie de fluctuaciones durante todo el período de estudio. Su máximo valor se alcanzó en el mes de febrero (2,66 $\mu\text{g/l}$). Posteriormente, presentó dos picos de mayor concentración en los meses de mayo (0,69 $\mu\text{g/l}$) y noviembre (0,61 $\mu\text{g/l}$), finalizando con otro incremento en el mes de enero (1,33 $\mu\text{g/l}$). El valor mínimo fue observado en el mes de agosto (0,03 $\mu\text{g/l}$).

En cuanto al seston total también presentó fluctuaciones a través de todo el período de estudio, presentando un valor mínimo en el mes de enero (10,7 mg/l) y el máximo en febrero (15,9 mg/l), en cuanto al seston orgánico su máximo valor se observó en diciembre y su mínimo en agosto, mientras que el seston inorgánico presentó su máximo valor en noviembre (Figura 2).

Con respecto, a la temperatura para este estudio, se tomó como referencia los trabajos de Marcano (1992), en Isla de Lobos y los de Salaya *et al.*, (1977) en Guatapanare y la Esmeralda en el estado Sucre, donde se muestran valores más bajos durante los primeros meses del año (enero a julio), mientras que desde agosto hasta octubre se produjo un incremento de la misma en al menos 2 ó 3°C, alcanzando valores entre 25,5 y 28°C. (Figura 3).

Ciclo gametogénico

El peso seco de la gónada fue calculado mediante el modelo de regresión alométrico, para un ejemplar con una longitud de 70 mm (Ps), tal como lo indica la Figura 4. Para tal fin no fue tomado en cuenta el sexo de los mejillones debido a la no diferenciación significativa obtenida entre ambos sexos (ANOVA $P > 0,05$; Cuadro). El peso seco de la gónada (Figura 4) mostró fluctuaciones durante todo el período de estudio, donde se destaca un peso mínimo en el mes de mayo (0,07 g), mientras que el mayor peso fue obtenido en el mes de marzo de mismo año (0,16 g); cabe destacar que entre julio a noviembre el peso se mantuvo relativamente constante, con una disminución en diciembre (0,09 g), para luego aumentar nuevamente en enero (0,14 g).

En la Figura 5a, se muestra la frecuencia porcentual de los estadios de desarrollo gonádico en el mejillón *P. perna*, durante todo el período de estudio. En el caso de las hembras, fue observada la ocurrencia de los estadios 3 y 4, (madurez gonádica y desove, respectivamente), durante casi totalidad del año, sugiriendo de esta forma, un proceso de reproducción continua.

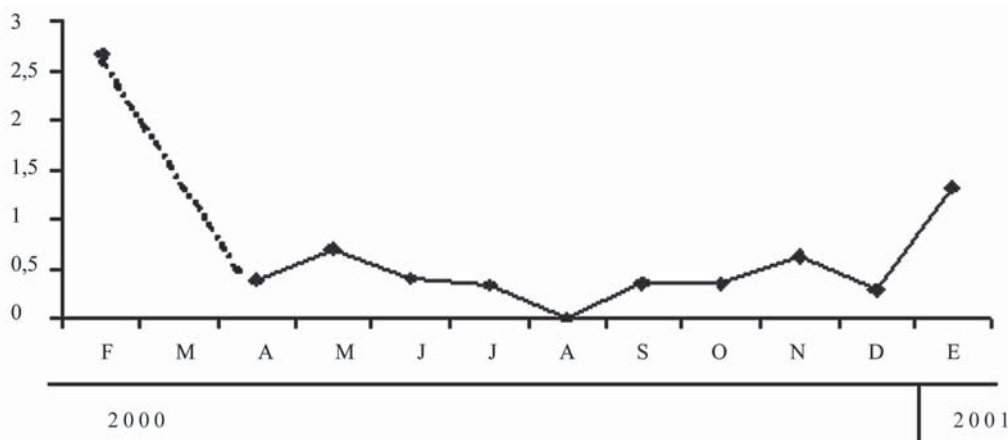


Figura 1. Variación mensual de la biomasa fitoplanctónica (estimada mediante la clorofila a).

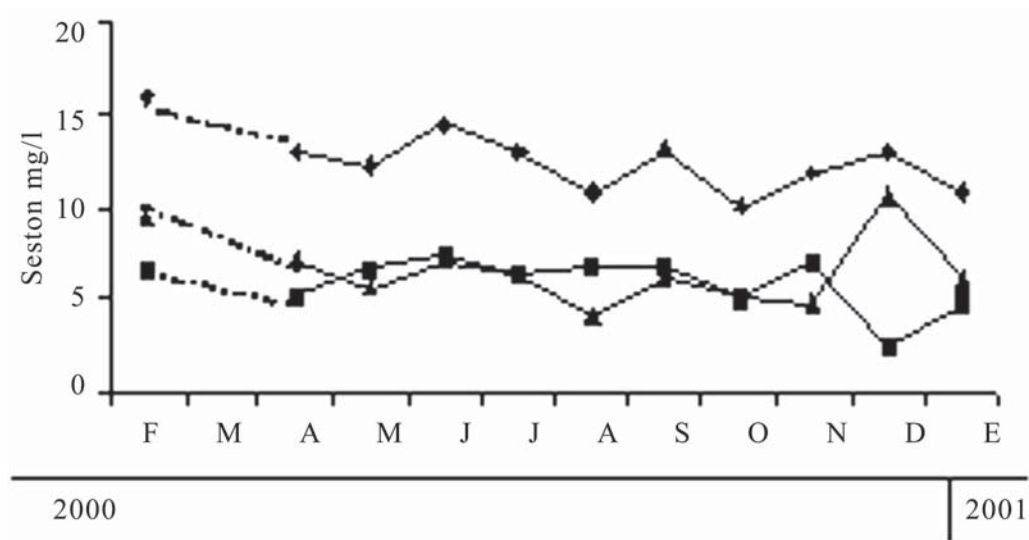


Figura 2. Variación mensual del seston total (◆), orgánico (▲) e inorgánico (■), en el Mar Caribe (Nororiente de Venezuela).

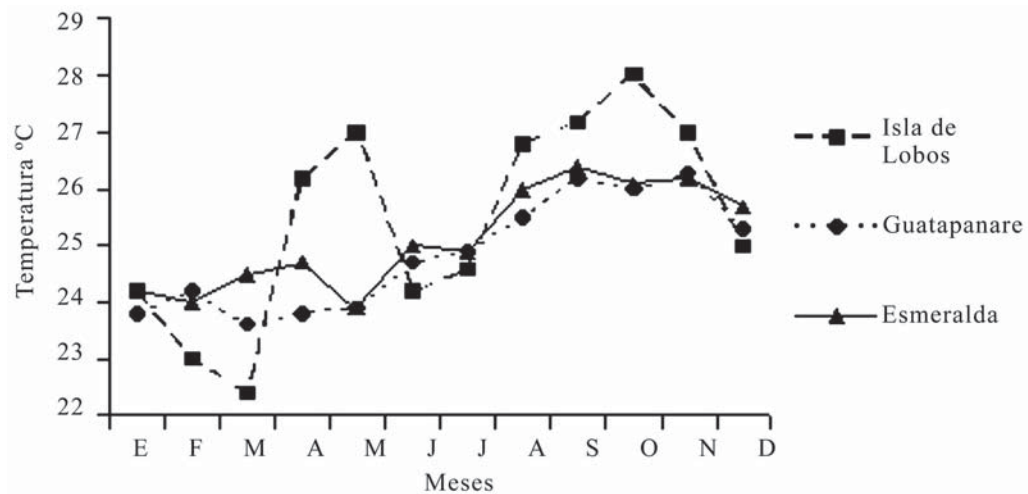


Figura 3. Variación mensual de la temperatura en tres localidades Isla de Lobos, (●) Marcano (1992), Guatapanare (■) y Esmeralda. (▲) Salaya (1977), estado Sucre, Venezuela.

Cuadro. Análisis de varianza (ANOVA) del peso seco de la gónada carbohidratos, lípidos y proteínas entre los meses, sexos y estados de maduración sexual (EMS).

	Meses	Sexos	EMS
Peso seco gónada	< 0,001	> 0,05	< 0,001
Carbohidratos	< 0,001	> 0,05	< 0,001
Lípidos	< 0,001	< 0,05	< 0,001
Proteínas	< 0,001	< 0,05	< 0,001

No significativa (P>0,05), significativa (P<0,05; P<0,01; P<0,001).

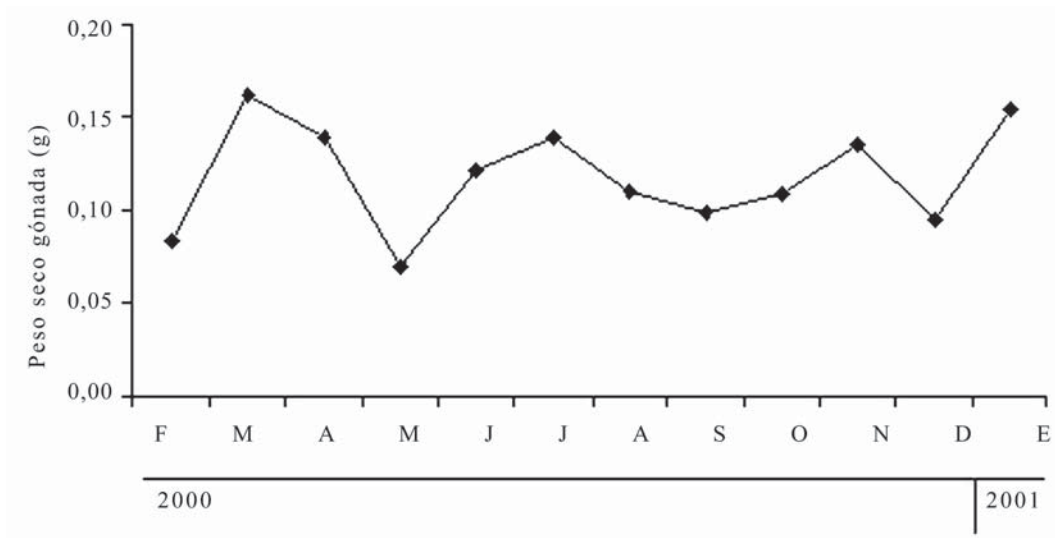


Figura 4. Oscilación mensual de la masa seca (g) de los lóbulos gonadales, en un ejemplar de *Perna perna* calculado por regresión para una longitud de 70 mm.

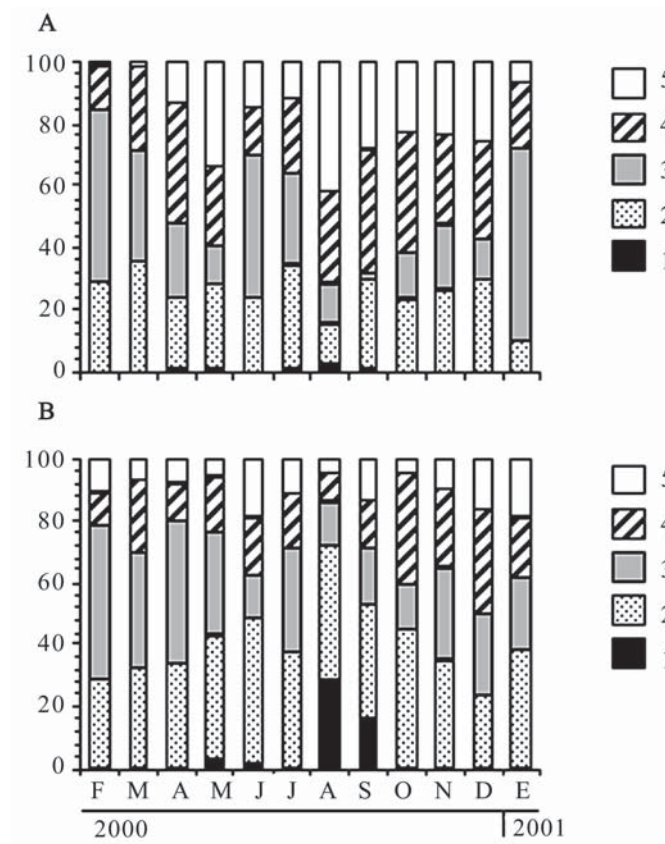


Figura 5. Histograma de frecuencias de los estados de maduración sexual en hembras (A) y machos (B) de *Perna perna*, del morro de Guarapo, estado Sucre, Venezuela. 1= inicio reproductivo; 2= inmaduro; 3= maduro; 4= desove; 5= regresión gonádica.

El estadio de madurez gonádica (3) presentó altos porcentajes en los meses de febrero (55,42%) y junio un 45,56% y en enero (62,06%). En los machos (Figura 5b), también se observó una situación similar a la descrita para las hembras, presentando un ciclo de reproducción continuo, donde la población está compuesta principalmente por individuos de los estadios inmaduros (2) y maduros (3). En los machos, a diferencia de las hembras, los individuos juveniles o inmaduros fueron abundantes en los meses de agosto (28,89%) y septiembre (15,88%). Por otro lado, de manera general se pudo observar los mayores porcentajes del estadio inmaduro (2) en este sexo, a lo largo de todo el estudio.

Componentes bioquímicos en ambos sexos

Los niveles de carbohidratos analizados en el peso seco de las gónadas de las hembras mostraron mínimos valores en el mes de marzo del 2000 (2,36 mg.carb./peso seco), después se produjeron una serie de fluctuaciones que se mantuvieron hasta el mes de noviembre del mismo año (Figura 6), donde fue alcanzado un primer pico (34,04 mg.carb./peso seco), para luego presentar una fuerte disminución en el mes de diciembre, después se produjo una rápida recuperación hasta alcanzar un segundo pico, en enero del 2001 (35,03 mg carb./peso seco). Con respecto, a los lípidos y al igual que en los carbohidratos, se observaron bajos niveles en el mes de febrero (2,83 mg líp./peso seco), seguidamente se observaron una serie

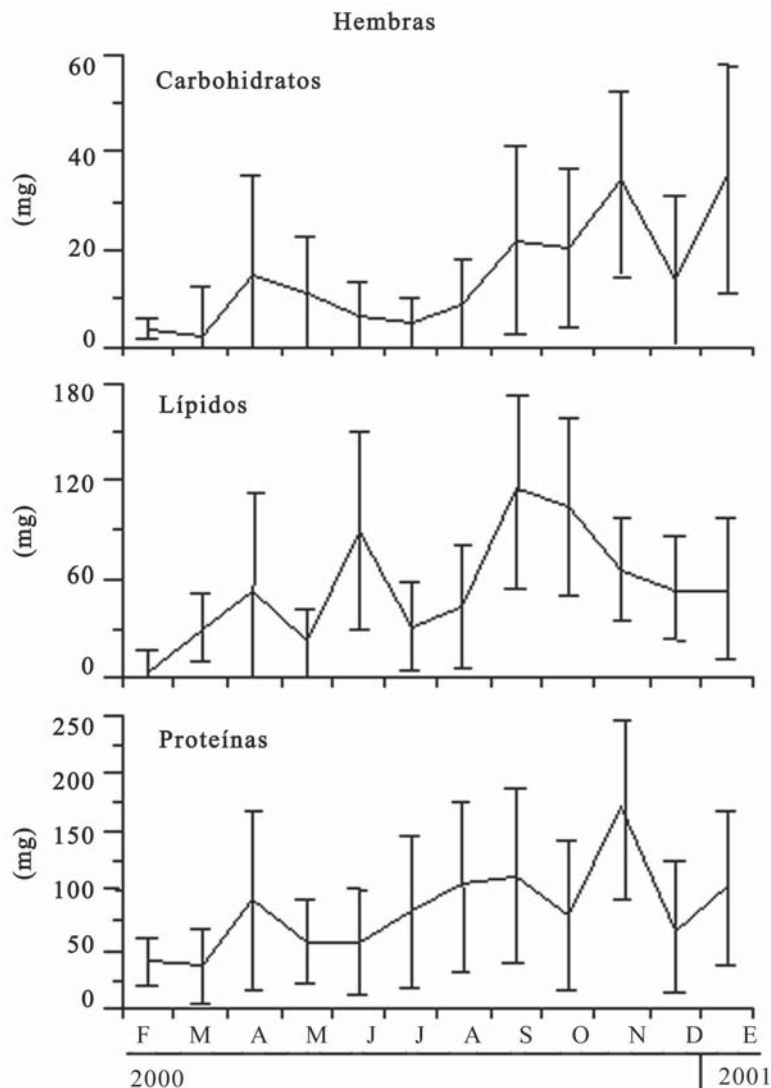


Figura 6. Variación mensual del contenido de carbohidratos, lípidos y proteínas en los lóbulos gonádicos de hembras del mejillón marrón *Perna perna*. Se indica la desviación estándar mensual.

de fluctuaciones entre abril-marzo, junio-julio, para luego alcanzar un máximo en el mes de septiembre (115,17 mg líp./peso seco), luego se observó una tercera disminución de los lípidos que se mantuvo de manera sostenida hasta el mes de diciembre. En lo que se refiere a las proteínas, de manera general podemos decir que, las variaciones observadas a lo largo del año en este componente son similares a las descritas para los carbohidratos, con mínimos valores en marzo (36,53 mg prot./peso seco) y un máximo nivel en noviembre del mismo año (172,00 mg prot./peso seco).

En los machos (Figura 7), los carbohidratos mostraron variaciones similares a las ya descritas para las hembras, con mínimos en el mes de febrero (3,72 mg carb./peso seco) y máximos (39,52 mg carb./

peso seco) en el mes de noviembre del mismo año. Lo mismo ocurrió con los lípidos, puesto que fueron observadas variaciones similares, en este componente, que en las hembras, con excepción de la disminución notada a partir de septiembre, la cual no ocurre de manera sostenida, sino que se pudo observar otra serie de fluctuaciones que se mantuvieron hasta el mes de enero del siguiente año. Con respecto a las proteínas, las variaciones observadas a lo largo del año en este componente fueron similares a las ya descritas en las gónadas de las hembras, con mínimos en el mes de marzo (47,93 mg prot./peso seco) y máximos en el mes de noviembre (120,32 mg prot./peso seco).

En cuanto al contenido de los tres componentes bioquímicos en los estadios de madurez reproductiva de ambos sexos, se presentaron oscilaciones similares

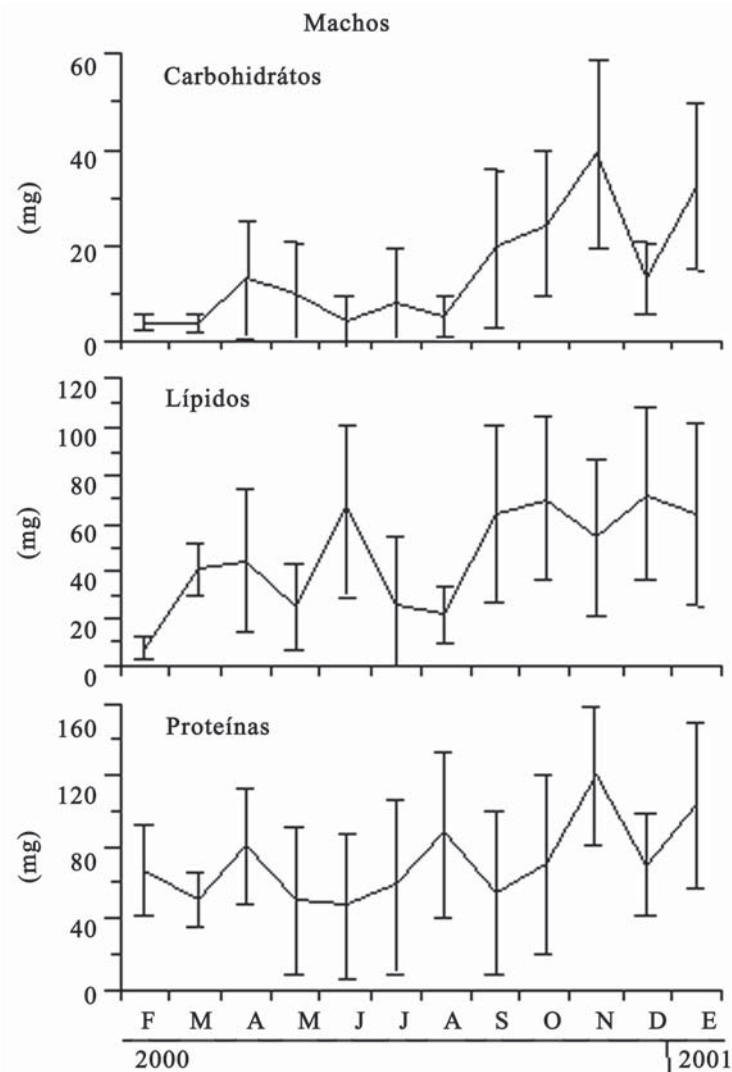


Figura 7. Variación mensual del contenido promedio de carbohidratos, lípidos y proteínas en los lóbulos gonádicos de machos del mejillón marrón *Perna perna*, se indica la desviación estándar mensual.

en sus contenidos. Entre los estadios 2 y 3, hubo un incremento del contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos, mientras que entre los estadios 4 y 5 se observó una marcada disminución de dichos sustratos energéticos (Figura 8).

Las fluctuaciones observadas en la masa seca de la gónada estuvo asociada con el comportamiento reproductivo de ambos sexos, dominando los estadios de madurez y desove, lo cual puede sugerir que esta especie presenta un ciclo de reproducción continua. Estos resultados coinciden con lo reportado por Prieto *et al.*, (1999), los cuales señalan que la actividad gonádica de *P. perna* es continua, con desoves parciales, con rápidas recuperaciones de la misma. Este comportamiento reproductivo también es muy similar al observado en *Nodipecten nodosus* (Vélez *et al.* 1987) y *Amusium papyraceum* (Salaya y Penchaszadeh, 1979), especies que mostraron este mismo tipo de reproducción característico de los bivalvos tropicales. La reproducción continua de *P. perna* también implica una ventaja de la especie para soportar una sobre explotación a la cual esta sujeta

ésta, lo que permite mantener un reclutamiento prácticamente constante durante todo el año.

En cuanto a las caídas observadas en el peso seco de los lóbulos gonádicos, éstas se correspondieron de manera temporal con el estadio 4 representado en el correlativo al período de desove; coincidiendo al mismo tiempo con descensos de los componentes bioquímicos, particularmente de lípidos y proteínas, los cuales se produjeron entre los meses de abril-mayo y noviembre-diciembre, siendo más evidentes en las hembras. En este sentido, otros trabajos también han mostrado bajos contenidos de los lípidos relacionados con el desove en poblaciones naturales de los mejillones *Mytilus platensis* (De Moreno *et al.* 1980), *M. edulis* (Zandee *et al.*, 1980) y *M. galloprovincialis* (Bressan y Marin, 1985; Da Ros *et al.* 1985; Ferrán *et al.*, 1990); en las ostras *Crassostrea virginica* (Chu *et al.*, 1990) y *C. gigas* (Berthelin *et al.*, 2000), en los pectínidos *Pecten maximus* (Besnard *et al.*, 1989; Pazos *et al.*, 1997) y *Argopecten purpuratus* (Martínez, 1991); y en la almeja *Glycymeris glycymeris* (Galap *et al.*, 1997). Por otro lado, la disminución de las

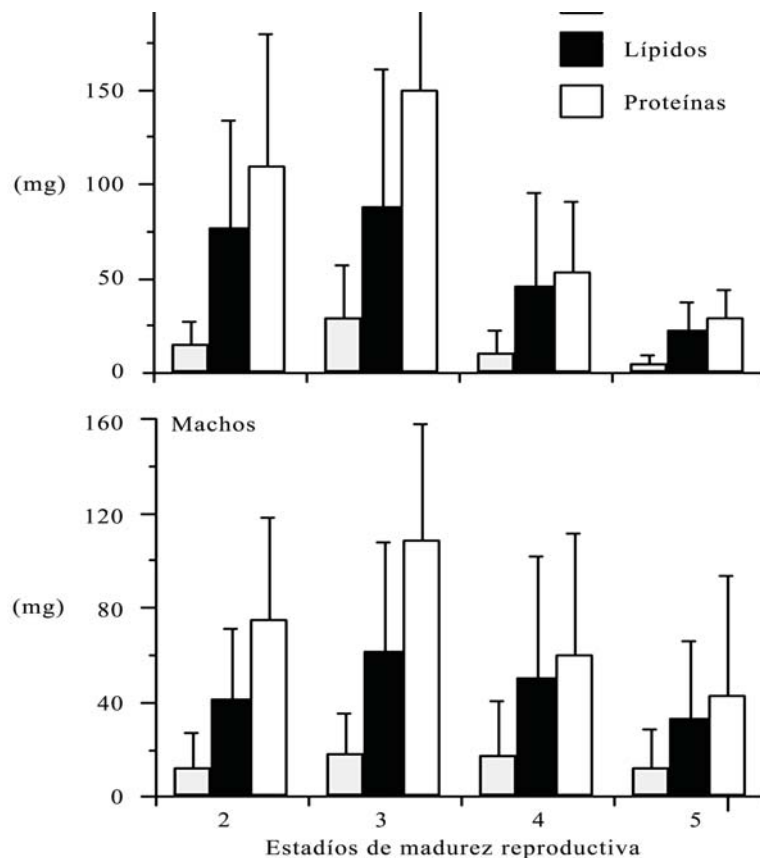


Figura 8. Variación en los estadios de maduración gonadal del contenido promedio de carbohidratos, lípidos y proteínas en los lóbulos gonádicos de hembras y machos del mejillón marrón *Perna perna*.

proteínas, también ha sido observada durante el desove de diferentes especies: *M. edulis* (Zandee *et al.*, 1980), *M. galloprovincialis* (Bressan y Marín, 1985), *Argopecten irradians irradians* (Epp *et al.*, 1988), *Ostrea edulis* (Ruiz *et al.*, 1992) y *Crassostrea iridescens* (Páez-Osuna *et al.*, 1993).

Los bajos niveles de lípidos y carbohidratos, observados en julio, coincidió con la baja disponibilidad del alimento de origen fitoplanctónico y del seston orgánico. Estos resultados sugieren que dichos valores estarían relacionados con la demanda de la energía acumulada en la gónada durante un período crítico, caracterizado por una baja disponibilidad de alimento, más que con un proceso de desove. Una evidencia que apoya esta interpretación, se presenta en el trabajo de Acuña (1977), quien no observó fijación de larvas de *P. perna*, en las localidades de la Esmeralda y Guatapanare, durante el mismo período del año.

El hecho de que las hembras de *P. perna* presentaron un mayor contenido de proteínas y lípidos que los machos puede ser debido a la participación de estos sustratos bioquímicos en las estructuras celulares de los ovocitos (Barber y Blake, 1991). Los lípidos se caracterizan por actuar como compuestos eminentemente energéticos que tienden a ser acumulados, con la finalidad de ser utilizados durante sucesivas divisiones mitóticas implicadas en el desarrollo embrionario y la metamorfosis (Pazos *et al.*, 1997). Las gónadas maduras, estadio 3, de ambos sexos también se caracterizaron por presentar altos contenidos de proteínas y lípidos, probablemente debido a la mayor acumulación de reservas energéticas y/o al incremento de los tejidos celulares implicados en la gametogénesis, coincidiendo también con alta biodisponibilidad de alimento en el medio.

La estrategia de reproducción continua exhibida por *P. perna* probablemente es sustentada por la disponibilidad de alimento, particularmente de tipo orgánico observada durante la casi totalidad del período experimental. Así, podríamos sugerir que estamos ante la presencia de una especie de bivalvo con una clara estrategia de reproducción "oportunistas", puesto que la misma, al contar con una continua fuente de energía, la aprovecha para la efectiva propagación de la especie. Este tipo de reproducción oportunista contrasta con las estrategias conservacionistas descritas para algunas especies de

aguas templadas, tales como *M. edulis* (Lubet, 1981; Lubet y Mann, 1987) y *M. galloprovincialis* (Villalba, 1995); como se discutió anteriormente, esto representa una ventaja en función de minimizar el impacto de la sobre explotación.

Es evidente que la reproducción sexual asincrónica y continua observada en *P. perna* dificulta el análisis de los cambios que ocurrieron en la misma, tanto desde el punto de vista sexual, como desde el punto de vista de las variaciones observadas en sus componentes bioquímicos. Esto se debe a la enorme complejidad que este tipo de reproducción le confiere a la población bajo estudio, donde coexisten individuos con diferentes estadios reproductivos y consecuentemente, con diferentes contenidos en sus reservas energéticas.

En consecuencia, esto también afectaría los cambios a nivel bioquímico, por ejemplo, a nivel de ciertas clases de lípidos y de los ácidos grasos, y de hecho, el análisis de estos últimos podría resultar muy interesante. De este modo, se recomienda realizar otros estudios que permitan analizar los cambios que ocurren en los niveles antes nombrados, discriminando a su vez, los que ocurren entre sexos y en los diferentes ácidos grasos que componen las clases de lípidos con una función principalmente estructural (fosfolípidos) y/o energética (triacilglicéridos).

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tejido gonadal representa una porción significativa de la masa total, lo que le confiere a esta especie su valor económico y nutricional. El mayor contenido energético observado en los meses de marzo, julio, noviembre y enero, estuvo asociado con la alta disponibilidad de alimento reportada en dichos meses y cuando la mayor proporción de la población se encontraba en las fases de acumulación de reservas energéticas previa a la reproducción.

En líneas generales ambos sexos presentaron básicamente el mismo comportamiento y la masa de los tejidos por organismo estuvo asociada a los estadios de madurez sexual.

CONCLUSIONES

Se observó, que la mayor madurez sexual y peso gonadal fueron en los meses de febrero y marzo, asociados con la alta disponibilidad de alimento

de origen fitoplanctónico, lo que caracteriza a la población con una reproducción de tipo oportunista.

Sin embargo, la presencia simultánea de individuos en diferentes estadios reproductivos durante la mayor parte del año, se evidenció, que la población estudiada presentó una reproducción de tipo asincrónica. Además, la presencia de individuos maduros en casi todo el año, nos indica que la población estudiada es capaz de explotar al máximo la cambiante disponibilidad de alimento (en términos cualitativos y cuantitativos), con miras a garantizar la continuidad de sus poblaciones.

Los escasos contenidos de carbohidratos observados en los diferentes estadios reproductivos estudiados nos indicarían un proceso de lipogénesis casi continuo con vista a la formación de nuevos gametos y la acumulación de vitelo en los mismos.

LITERATURA CITADA

- Acosta, V., M. Glem, T. Urbano, Y. Natera, J. Himmelman, M. Rey-Méndez and C. Lodeiros. 2009. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *JWAS*. (40)2: 227-236.
- Acosta, V., Y. Natera, C. Lodeiros, L. Freitas and A. Vásquez. 2010. Componentes bioquímicos de los tejidos de *Perna perna* y *Perna viridis*, en relación al crecimiento en condiciones de cultivo suspendido. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38(1): 37-46.
- Acuña, A. 1977. Variación estacional de la fijación larval del mejillón *Perna perna* (L) en dos bancos naturales de la costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 16: 79-82.
- Ansell, A., L. Frenkiel and M. Moueza. 1980. Seasonal changes in tissues weight and biochemical composition for the bivalve *Donax trunculus* L. on the Algerian Coast, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45: 105-116.
- Azuaje, O. y A. Vélez. 1986. Desove, fecundidad y desarrollo larval del mejillón *Perna perna* de los bancos naturales y los cultivados en el Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25 (1-2): 155-162.
- Barber, B. and N. Blake. 1991. Reproductive Physiology. **In:** *Scallop, Biology, Ecology and Aquaculture*. E. S. Swumway (ed.), Elsevier: Amsterdam, pp. 377-428.
- Benítez, J. 1968. Variación estacional de la composición bioquímica del mejillón *Perna perna* (L). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 7(1): 137-147.
- Beninger, P. and A. Lucas. 1984. Seasonal variation in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat *Tapes decussates* (L.) and *Tapes philippinarum*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 79: 19-37.
- Berthelin, C., K. Kellner and M. Mathieu. 2000. Storage metabolism in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in relation to summer mortalities and reproductive cycle (West Coast of France). *Comp. Biochem. Physiol.*, 125B: 359-369.
- Besnard, J., P. Lubet and A. Nouvelot. 1989. Seasonal variations of the fatty acid content of the neutral lipids and phospholipids in the female gonad of *Pecten maximus* L. *Comp. Biochem. Physiol.* 93B: 21-26.
- Bressan, M. and G. Marin. 1985. Seasonal variation in biochemical composition and condition index of culture mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in the Lagoon Venice (North Adriatic). *Aquaculture*, 48: 13-21.
- Chu, F., K. Webb and J. Chen. 1990. Seasonal changes of lipids and fatty acids in oyster tissues (*Crassostrea virginica*) and estuarine particulate matter. *Com. Biochem. Physiol.*, 95B: 385-391.
- Da Ros, L., M. Bressan, and M. Marin. 1985. Reproductive cycle of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in Venice Lagoon (North Adriatic). *Bol. Zool*, 52: 223-229.
- De Moreno, J.E.A., R.J. Pollero, V.J. Moreno, and Brenner, R.R. 1980. Lipids and fatty acids of the mussel (*Mytilus platensis* d'Orbigny) from South Atlantic waters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 48, 263-276.
- Dubois, M., A. Gilles, K. Hamilton., P. Rebers. and F. Smith. 1956. Colorimetric method for the

- determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.
- Epp, J., M.V. Bricelj and R.E. Malouf. 1988. Seasonal partitioning and utilisation of energy reserves in two age classes of the bay scallop *Argopecten irradians* (Lamarck). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 121: 113-136.
- Ferrán, E., M. Treviño, M. J. Mancebo, C. Crespo and J. Espinosa. 1990. Estudio del ciclo gonadal anual en *Mytilus galloprovincialis*: Cinética de poblaciones celulares en el manto y reservas bioenergéticas. *Actas del III Congreso Nacional de Acuicultura*, pp. 467-472.
- Galap, C., F. Leboulenger and J. Grillot. 1997. Seasonal variations in biochemical constituents during the reproductive cycle of the female dog cockle *Glycymeris glycymeris*. *Mar. Biol.*, 179: 625-634.
- Lodeiros, C., B. Marín y A. Prieto. 1999. Catálogo de moluscos de las costas nororientales de Venezuela. Clase Bivalvia. Ediciones APUDONS, 103 p.
- Lodeiros, C., A. Maeda-Martínez, L. Freitas, E. Uribe, D. Lluch-Cota y M. Sicard. 2001. Ecofisiología de pectínidos Iberoamericanos. En: *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*, Maeda-Martínez, A. (ed). Editorial Limusa, México. pp. 77-88.
- Lowry, O., N. Rosebrough, A. Farr and R. Randal. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-27.
- Lubet, P. 1981. Action de la temperature sur le Cycle de reproduction des Lamellibranches. *Bull. Soc. Zool. France*, 106 (3): 283-292.
- Lubet, P. and R. Mann. 1987. Les diferentes modalidades de la reproduction ches les mollusques bivalves. *Haliotis*, 16: 181-195.
- Marcano, L. 1992. Condiciones ambientales de los Islotes Caribe y Los Lobos, Venezuela. In: *Islotes Caribe y Los Lobos*, P.R. Villarroel (ed). pp. 9-15.
- Marques, H., R. Pereira e B. Correa, 1991. Estudio sobre os ciclos de reproduco e de fixaco de *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae: em bancos naturais no litoral de Ubatuba (SP), Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, 18: 73-81.
- Marsh, J. and D. Weinsten. 1966. Simple charring method for determination of lipid J. *Lipid Res.*, 7: 574-576.
- Martínez, G. 1991. Seasonal variation in biochemical composition of three size classes of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *Veliger*, 34: 335-343.
- Nusetti, O. y D. Morales. 1988. Crecimiento de algunos tejidos del mejillón *Perna perna* (L): composición de ADN, relaciones ARN/ADN y reservas energéticas. *Acta Científica Venezolana.*, 39: 289-29.
- Páez-Osuna, F., H. M. Zazagueta-Padilla and J. I. Osuna-López. 1993. Biochemical composition of the oysters *Crassostrea iridescens* (Hanley) and *Crassostrea corteziensis* (Hertlein) in the northwest coast of Mexico: Seasonal changes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 170: 1-9.
- Pazos, J., G. Román, C. Acosta, J. Sánchez and M. Abad. 1997. Lipid classes and fatty acid composition in the female gonad of *Pecten maximus* in relation to reproductive cycle and environmental variables. *Comp. Biochem. Physiol.* 117B (3): 393-402.
- Prieto, A., M. Vásquez y L. Ruiz. 1999. Dinámica energética del crecimiento en una población del mejillón *Perna perna* (Fillibranchia: Mytilidae) en el noreste del Estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 47 (3): 399-410.
- Ruiz, C., D. Martínez, G. Mosquera, M. Abad and J. Sánchez. 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibran (Galicia, Spain). *Mar. Biol.*, 112: 67-74.
- Salaya, J., J. Lodeiros y J. Martínez. 1977. Estudio sobre la fijación de larvas de mejillón *Perna perna*, en las ensenadas de La Esmeralda y Guatapanare (estado Sucre, Venezuela). *FAO. Fish.Rep.*, 200:385-393.
- Salaya, J. J. y P. Penchaszadeh. 1979. Pesquería de la vieira, *Pecten papyraceus* (Mollusca-Bivalvia),

- en Venezuela. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 31: 105- 126.
- Strickland, J. and T. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res., 16: 167-315.
- Vélez, A., F. Sotillo y J. Pérez. 1987. Variación estacional de la composición química de los pectinidos *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus*. Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente. 26: 67-72.
- Villalba, A. 1995. Gametogenic cycle of culture mussel, *Mytilus galloprovincialis*, in the bays of Galicia (N. W. Spain). Aquaculture 130: 269–277.
- Zandee, D., J. Kluytmans, W. Zurburg and H. Pieters. 1980. Seasonal variations in biochemical compositions of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. Neth. J. Sea. Res., 14: 1-29.
- Zar, J. 1984. Biostatistical analysis. 2nd Edition. Prentice- Hall, Inc., New Jersey. 120 p.

Crecimiento y supervivencia de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Röding 1798), bajo diferentes sistemas de confinamiento en cultivo suspendido

Márquez Adrian^{1,3*}, Lodeiros César^{1,2,3}, Semidey Dulce¹, Carpio Miguel³, Graziani César^{3,4}

¹Grupo de Investigación en Biología de Moluscos, Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela.

*Correo electrónico: ajmm16@yahoo.com.

²Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná 6101, Venezuela

³Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura en el Edo. Sucre, Venezuela

⁴Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Núcleo Sucre, Cumaná 6101, Venezuela

RESUMEN

La ostra perla, *Pinctada imbricata*, tiene un doble interés económico en el oriente de Venezuela, dado su consumo y producción de perlas. Se evaluó el crecimiento de la concha, músculo y resto de tejidos, así como la supervivencia de juveniles (longitud de concha de 19,1±2,22 mm) y la influencia de los factores ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, seston, biomasa fitoplanctónica y comunidad incrustante ó “fouling”), en organismos confinados en cilindros de PVC, cilindros de malla plástica, cestas abiertas y cestas cerradas, suspendidos en un “long line”. Los ensayos se realizaron en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela, durante siete meses. El crecimiento y la supervivencia fueron similares en los diferentes elementos de confinamiento, no existiendo diferencias significativas en todos los parámetros de crecimiento estudiados. Los organismos cultivados en las cestas abiertas presentaron la mayor pendiente en la relación entre la longitud de la concha y la masa de los tejidos. El patrón de crecimiento tuvo una asociación positiva con la disponibilidad de alimento (concentración de seston y clorofila *a*), evidenciando la influencia de este factor en el crecimiento de *P. imbricata*. Al no poderse detectar diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre los elementos de cultivo, se sugiere la utilización del elemento que produce menores costos (cilindros de malla plástica). Los resultados muestran poca factibilidad de la especie para ser cultivada en la Bahía de Mochima en siete meses, ya que no se alcanzó la talla mínima de comercialización (50 mm longitud de la concha) y la supervivencia fue 40-60%. No obstante, se sugiere prolongar el tiempo de cultivo hasta alcanzar la talla comercial.

Palabras clave: cultivo suspendido, *Pinctada imbricata*, Bahía de Mochima, Mar Caribe

Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* Röding 1798 under different systems of confinement in suspended culture

ABSTRACT

The pearl oyster, *Pinctada imbricata*, has a double economic interest in eastern Venezuela, since it is used for human consumption and production of pearls. The growth of the shell, muscle and remaining tissues, as well as the survival of juveniles (shell length of 19,1±2,22 mm) and the influence of environmental factors (temperature, salinity, oxygen seston, phytoplanktonic biomass, and fouling) were evaluated in organisms confined in 4 different culture elements: cylinders made of PVC, cylinders of plastic mesh, open baskets and closed baskets, suspended in a “long line”. The essays were performed in Mochima Bay, Sucre state, Venezuela, during seven months. The growth and survival rates were similar in the different confinement elements, without significant differences in any of the several growth parameters evaluated. The animals cultured in open baskets showed the largest slope

among the relationships between shell length and mass of tissues. The growth pattern had a positive association with food availability (seston and chlorophyll *a* concentrations), which confirms the influence of these parameters on the growth of *P. imbricata*. Since there were not significant differences among the growth parameters in the different culture elements, the use of the element with the least cost (cylinder of plastic mesh) is suggested. The results show the low possibility for the species to be cultured in Mochima Bay in 7 months, since the commercial size (50 mm shell length) could not be attained and survival was 40-60%. Nevertheless, the suggestion is made for the culture time to be increased until reaching commercial size.

Keywords: cultivo suspendido, *Pinctada imbricata*, Bahía de Mochima, Mar caribe.

INTRODUCCIÓN

La ostra perla *Pinctada imbricata* se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta Brasil. En el nororiente de Venezuela forma bancos naturales densos, los cuales han sido explotados desde la época de la colonia, principalmente, en las islas de Cubagua y Margarita con el objetivo de extraer sus perlas (Makenzie *et al.*, 2003). A partir de los años 1970, la explotación de esta especie diverge en la utilización de su carne para consumo, y en la actualidad supone aún un valioso recurso económico en la región nororiental de Venezuela, especialmente en el estado Nueva Esparta, donde los bancos naturales producen un promedio de 380 t de carne (Gómez, 1999); no obstante, León (2009), alerta que dichos bancos muestran síntomas de agotamiento.

En Venezuela se han realizado trabajos sobre la reproducción de *P. imbricata* que conducen a establecer que posee una actividad reproductiva a través de todo el año, lo cual permite un continuo reclutamiento de juveniles para ser utilizados como semilla en los cultivos (Ruffini 1984, León *et al.*, 1987, Jiménez *et al.*, 2000). Otros trabajos muestran que *P. imbricata* posee un rápido y continuo crecimiento en condiciones de cultivo en suspensión, obteniendo tallas de 50 a 60 mm a los 7 meses con supervivencias elevadas (Lodeiros *et al.*, 2002). Estas características, unido al interés de producción dual (carne y perlas) ha permitido considerarla con gran potencial para ser cultivada masivamente en Venezuela y el Caribe (Lovatelli y Sarkis, 2011; Lodeiros *et al.*, 2011), por lo que estudios de optimización de las técnicas de cultivo deben desarrollarse (Lodeiros y Freitas, 2008). En este sentido, se hace necesaria la búsqueda de elementos de cultivo o de confinamiento para el mantenimiento de los organismos.

Recientemente, Semidey *et al.*, (2009), encontraron que el uso de cuerdas, en cultivos con elementos verticales, constituye una alternativa factible que podría disminuir los costos del cultivo de la ostra perla *P. imbricata*, sugiriendo estudios de optimización de este sistema. El presente estudio evalúa el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata* en cultivo suspendido en cuatro diferentes elementos de confinamiento verticales utilizando elementos de mayor superficie que las cuerdas utilizadas por Semidey *et al.*, (2009), estimando, además la influencia de los factores ambientales sobre el crecimiento y la supervivencia de la especie durante el periodo de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las “semillas” o juveniles de *P. imbricata* fueron obtenidos manualmente a partir de estructuras de cultivo establecidas en la Estación Marina Fernando Cervigón de la Universidad de Oriente, ubicada en la Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta (10°49'32.90"N , 64° 9'48.65"O; Figura 1).

Los juveniles de *P. imbricata* recogidos se transportaron en cavas isotérmicas con láminas de goma espuma para evitar la mezcla y la resuspensión de partículas en el interior de las mismas, hasta llegar a la Estación del IDEA-FIDAES ubicada en la Bahía de Mochima, estado Sucre (10°20'49.50"N, 64°20'42.30"O; Figura 1), donde se realizó el ensayo de cultivo. Las semillas fueron aclimatadas durante 2 semanas, manteniéndolas en linternas suspendidas en una línea larga o “long line” a 1,5 m de profundidad. Posteriormente, se sembraron en cuatro diferentes elementos de confinamiento (cilindros de policloruro de vinilo –PVC, cilindros de malla plástica del mismo diámetro de los de PVC (7,59 cm), cestas abiertas y cestas cerradas de malla plástica, suponiendo que la superficie de fijación era similar para 12 organismos

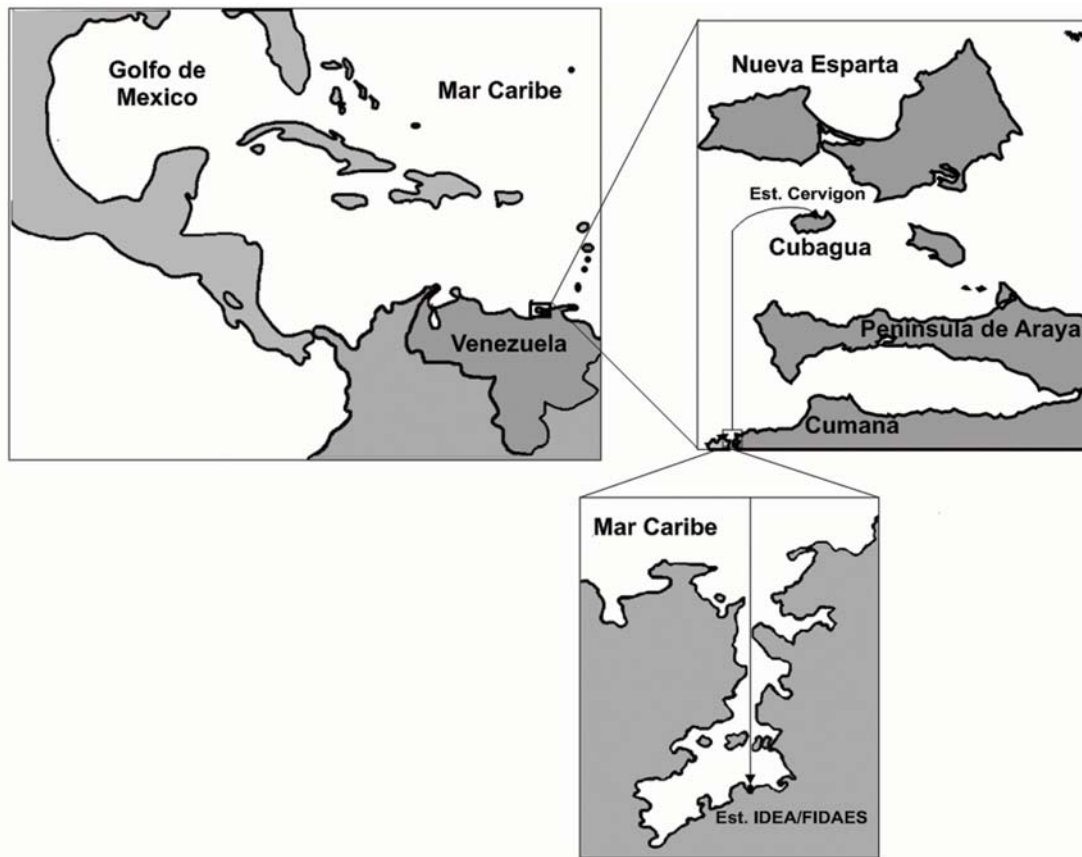


Figura 1. Ubicación del lugar del desarrollo del cultivo experimental, Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

de $19,1 \pm 2,22$ mm de longitud antero-posterior, sembrados en cada una de las 21 réplicas para cada elemento de cultivo. El experimento duró siete meses desde principios de mayo hasta principios de diciembre 2008.

Una muestra representativa de las semillas fue sustraída inicialmente para realizar los análisis merísticos correspondientes. Para la siembra en las cuerdas, se utilizó una malla biodegradable (tejido textil de algodón), utilizada para la siembra de mejillones. La razón de esta malla fue sostener las semillas en la cuerda mientras segregan el biso con el cual se adhieren al sustrato rígido; después de un tiempo aproximado de 10-15 días la malla se degrada y las semillas de *P. imbricata* quedan fijadas al sustrato.

La evaluación del crecimiento y la supervivencia de los organismos se estimó con una periodicidad mensual. Durante cada muestreo se sustrajeron tres réplicas de cada uno de los elementos de cultivo. El crecimiento se determinó en todos los organismos

recogidos midiendo la longitud antero-posterior de la concha con un vernier digital Mytutoyo (0,01 mm de precisión) y la biomasa seca del músculo y restos de tejido con un tratamiento de deshidratación ($60-70$ °C/72 h). La supervivencia se evaluó, mensualmente, mediante el recuento de los ejemplares vivos en los elementos de cultivos.

Para evaluar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata* en el lugar del cultivo, la temperatura fue registrada cada 30 min, utilizando un termógrafo electrónico (Sealog, Vemco) y se tomaron muestras de agua, quincenalmente, con una botella Niskin (2 l de capacidad). De éstas se obtuvieron submuestras para determinar el oxígeno disuelto por el método de Winkler y la salinidad con un refractómetro de 0,1 de precisión; el resto del agua se transfirió a un contenedor plástico opaco y se transportó al laboratorio para efectuar la determinación de seston total, fracciones orgánicas y la concentración de clorofila *a*. Previamente el agua fue filtrada a través de un tamiz de 153 μ m para eliminar el macroplankton.

Posteriormente, muestras de 1 l se filtraron al vacío con un equipo millipore, a través de filtros Whatman GFF (0,7 μm de diámetro de poro) para concentrar el material suspendido; dicho material fue lavado con agua destilada y los filtros se deshidrataron a 60°C/24 h para determinar el seston total y sus fracciones orgánicas mediante métodos gravimétricos y la clorofila *a* mediante métodos colorimétricos siguiendo las recomendaciones en Strickland y Parsons (1972).

El “fouling”, considerado como material y organismos epibiontes fijados a la concha del bivalvo, se consideró como otro factor biótico ambiental y fue extraído de la concha para determinar su masa seca mediante un tratamiento de deshidratación a 60-70°C/48h.

Previa utilización de los estadísticos paramétricos, se determinó la normalidad y homogeneidad de varianzas en función de cumplir los supuestos para la utilización de los mismos. Para la evaluación del crecimiento en todos sus parámetros (dimensión de la concha, masa seca del músculo y resto de tejidos) se les aplicó un análisis de varianza simple (ANOVA I) al final del experimento. En los casos de variables que mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$), se aplicó un análisis, *a posteriori*, de Scheffé ($P = 0,05$). Para estimar la condición de los organismos bajo diferentes tratamientos se realizaron regresiones de la longitud de la concha y la masa de los compartimientos (músculo, tejido y concha), utilizando todos los organismos. Las pendientes de las regresiones en cada tratamiento fue contrastada a través de pruebas de comparación de pendientes. Todas estas pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones descritas en Zar (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento

Para todos los elementos de cultivo, en los periodos de mayo-junio y de octubre-diciembre se observó un incremento sostenido en la longitud y masa seca de la concha (Figura 2). Sin embargo, durante el periodo agosto-septiembre se observó un relativo estancamiento de crecimiento, para luego continuar hasta el final del experimento. Las tallas y biomásas de la concha en cada elemento de cultivo al final del ensayo fueron: 32,5 \pm 0,41mm y 3,3 \pm 0,18 g para las cestas cerradas, 34,0 \pm 0,52 mm y 3,6 \pm 0,15 g para

las cestas abiertas, 32,8 \pm 1,41mm y 4,2 \pm 0,21 g para los cilindros de PVC y de 31,9 \pm 0,10 mm y 4,1 \pm 0,33 para los cilindros de malla plástica. Los promedios alcanzados en estos dos parámetros al final del experimento no mostraron diferencias significativas entre elementos de cultivo ($P > 0,05$).

Ahora bien, a diferencia de la concha, el crecimiento del músculo de las ostras (Figura 3a) en todos los elementos de cultivo muestra un aumento constante durante los dos primeros meses de estudio, seguido de un estancamiento hasta finales del mes de septiembre, para luego reiniciar el crecimiento en los subsiguientes meses, con variantes dependiendo de los elementos de cultivo: los organismos de las cestas cerradas se mantuvieron sin crecimiento y los organismos de los cilindros de PVC presentaron un estancamiento muy marcado. Al final del experimento las masas del músculo alcanzadas fueron de 0,06 \pm 0,015 g para las cestas cerradas, 0,10 \pm 0,010 g para las cestas abiertas, 0,08 \pm 0,004 g para los cilindros de PVC y 0,09 \pm 0,010 g para las mallas plástica. En el caso del resto del tejido (Figura 3b), aunque en los dos primeros meses existió un crecimiento rápido, notablemente mayor para los organismos de las cestas, el subsiguiente comportamiento fue similar al del músculo, caracterizado por un general decrecimiento en todos los elementos del cultivo en el mes de julio, con un estancamiento posterior hasta finales del mes de septiembre, excepto para las ostras de los cilindros de PVC, cuyo estancamiento se inició a partir del segundo mes de estudio.

Posteriormente, los organismos de todos los elementos de cultivo reinician su crecimiento. Al final del experimento las ostras alcanzaron 0,21 \pm 0,017g en las cestas cerradas, 0,24 \pm 0,041 g en las cestas abiertas, 0,26 \pm 0,013 g en los cilindros de PVC y 0,21g \pm 0,002 en los cilindros de malla plástica. Tanto para el músculo como para el resto del tejido, las masas alcanzadas al final del estudio no mostraron diferencias significativas entre elementos de cultivo ($P > 0,05$). Las relaciones lineales de los compartimientos masa del músculo, resto de tejido y concha en función de la longitud de la concha de todos los organismos analizados en cada uno de los elementos de cultivo (Figura 4) fueron significativas (ANOVA, $P > 0,001$; $r^2 > 0,34$).

Al comparar las pendientes de dichas regresiones lineales en cada uno de los compartimientos, siempre

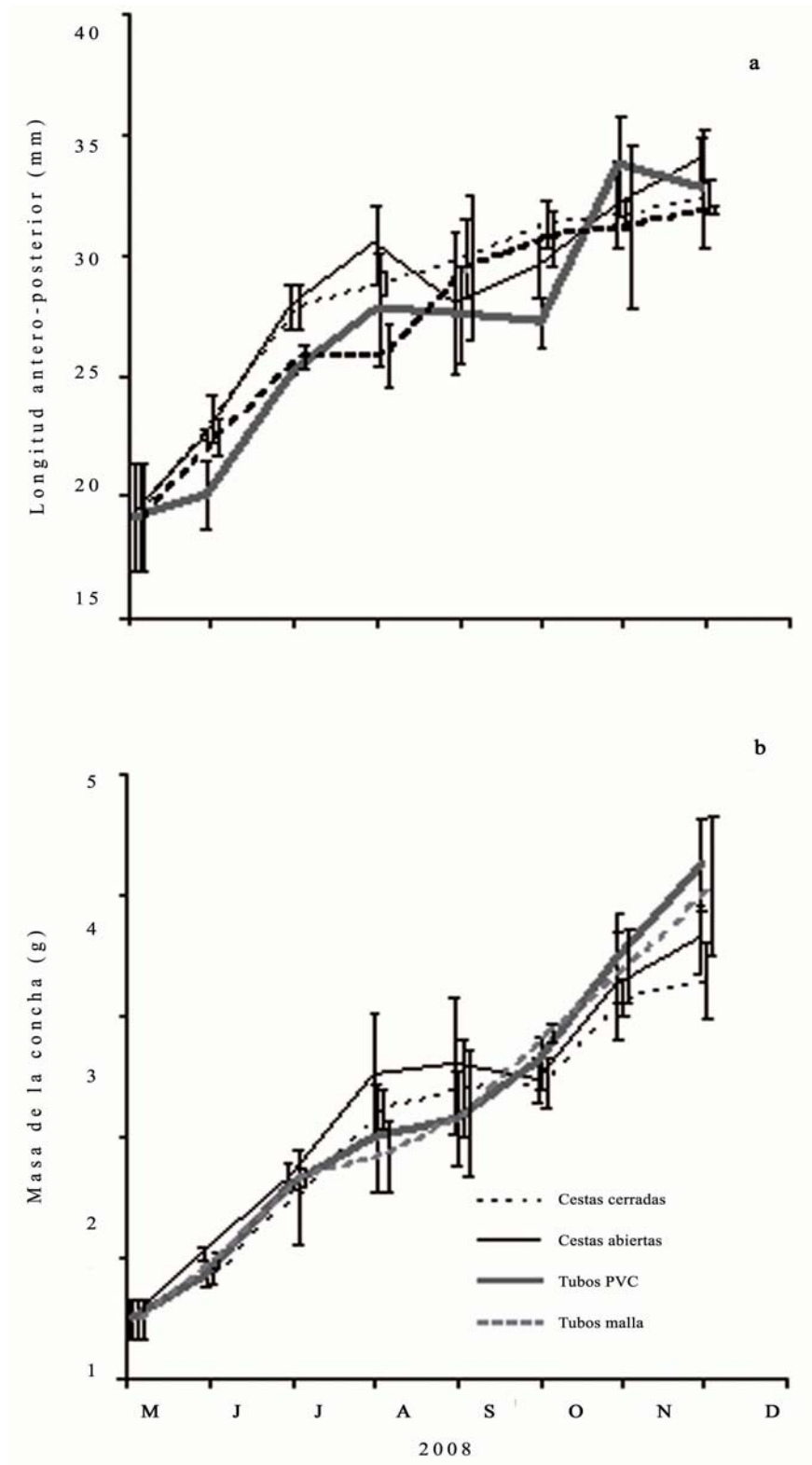


Figura 2. Variación mensual del promedio de la longitud antero-posterior (a) y masa seca de la concha (b) de *P. imbricata* en cuatro diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

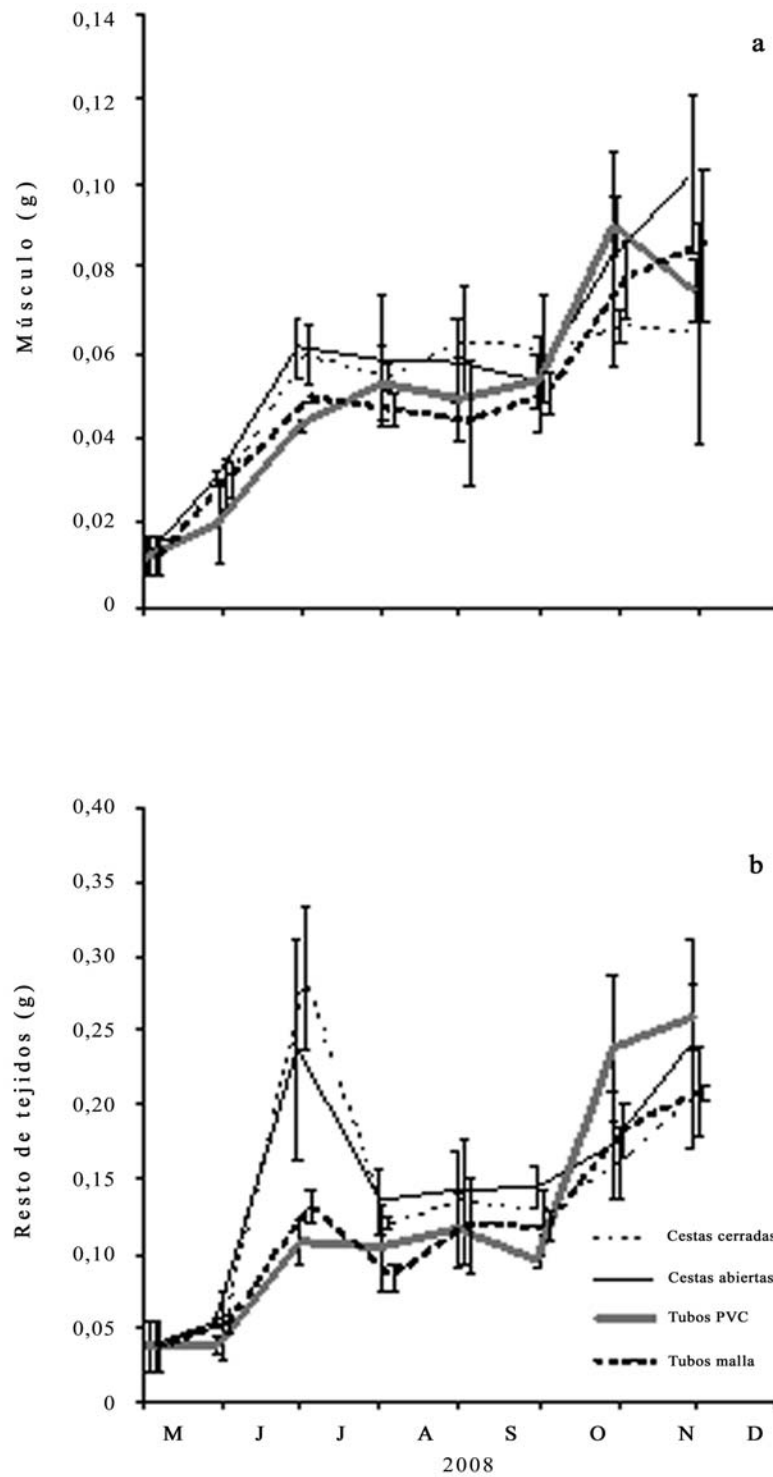


Figura 3. Variación mensual del promedio de la biomasa seca del músculo (a) y resto de tejidos (b) de *P. imbricata* en los cuatro diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

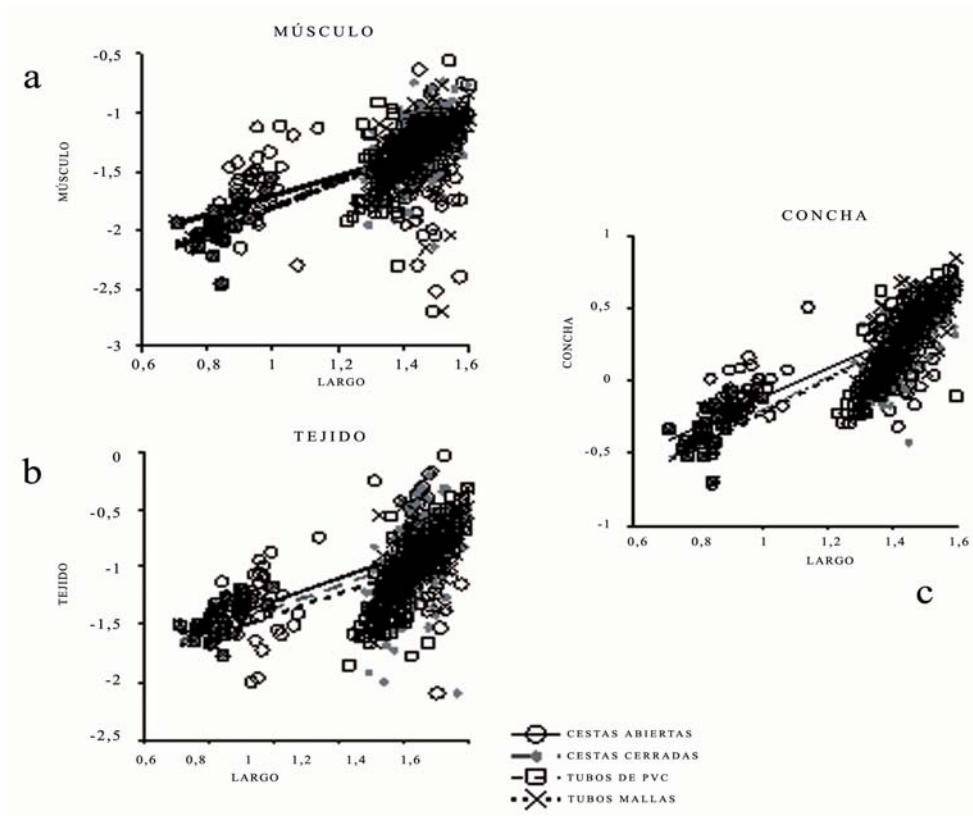


Figura 4. Relación de la longitud antero-posterior con las masas secas del músculo (a), resto de tejidos (b) y la concha (c) de los organismos en los diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

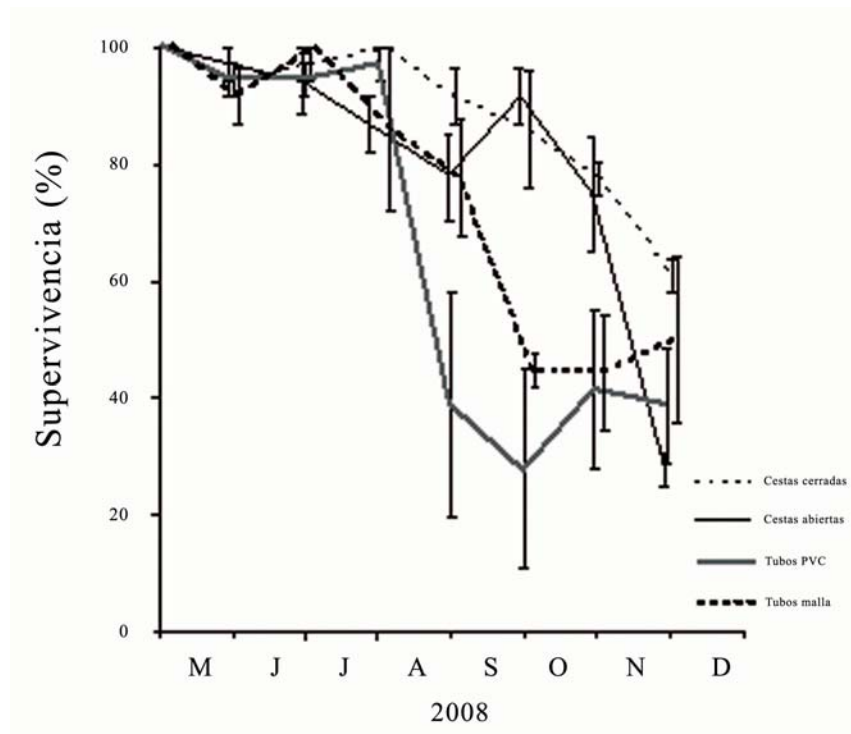


Figura 5. Variación mensual del promedio de la supervivencia de *P. imbricata* en los cuatro diferentes elementos de cultivo suspendido en Bahía de Mochima.

las cestas abiertas mostraron una mayor pendiente ($P < 0,05$) que las relaciones de los otros elementos de cultivo, lo cual no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre sus pendientes.

Supervivencia

En todos los elementos de cultivo, los promedios mensuales de las ostras mantuvieron una supervivencia $> 80\%$ hasta el tercer mes de estudio (Figura 5), iniciándose una disminución marcada en los cilindros, particularmente, en el período agosto-septiembre, llegando a valores de supervivencia entre el 30-50%, los cuales se mantuvieron hasta el final del estudio. En contraste, la disminución del promedio de la supervivencia de las ostras contenidas en las cestas fue menos marcada, con la excepción de las cestas abiertas pues en el mes de noviembre pasó de un 80% a valores por debajo del 40% al final del estudio. Las ostras en las cestas cerradas obtuvieron la mayor supervivencia promedio por encima del 60% al final del estudio.

Factores ambientales

La temperatura durante el periodo del experimento varió de 26,5-28,7°C entre finales de mayo y finales de julio (Figura 6a), seguido de un periodo de temperaturas elevadas (29,3-30,9°C) entre agosto y octubre, y una disminución hasta el final del experimento a 24,9°C. La salinidad presentó poca variabilidad, con valores que se mantuvieron entre 36 y 39‰ (Figura 6b). La concentración de oxígeno se mantuvo por encima de 7mg/l, observándose valores promedios de 7,84mg/l (Figura 5c).

El sestón total y sus fracciones orgánica e inorgánica (Figura 7a), así como la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila *a* (Figura 7b), muestran, de forma general, una correlación positiva. Durante los primeros meses del experimento los valores fueron intermedios con picos elevados a finales de junio, manteniéndose bajos hasta octubre, cuando el sestón tiende a subir, aunque los valores de Clorofila *a* se mantuvieron intermedios. Este patrón general de la variación del sestón en el tiempo es inverso al de la temperatura (Figura 6a).

Para el mes de marzo el promedio la biomasa (g) del “fouling” en la concha fue de $0,07 \pm 0,015$ g, el cual representó un 13,8% de la masa seca de la concha (Figura 8). A partir de julio se observa un

aumento notable, especialmente, para los elementos de cilindro, sea de PVC ($0,21 \pm 0,5$ g) o de malla ($0,089 \pm 0,01$ g). Al final del experimento (octubre-diciembre) las masas del “fouling” son elevadas para los elementos de cilindros (PVC $0,9 \pm 0,5$ g y malla $0,5 \pm 0,1$ g) suponiendo más del 25% de la masa de la concha de los organismos; sin embargo, para las cestas (cerradas $0,23 \pm 0,1$ g y abiertas $0,15 \pm 0,04$ g), los valores promedios del “fouling” fueron notablemente menores, representando $< 15\%$ de la masa de la concha de los organismos. A pesar de estas diferencias en los valores promedio del “fouling” entre los tratamientos, la gran variabilidad observada en los elementos de cultivo, particularmente los cilindros, no generó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

Relación de factores ambientales con el crecimiento

En general, tanto la dimensión de la concha y su masa, como los tejidos estudiados mostraron una correlación con el patrón general de la temperatura y la disponibilidad de alimento-sestón y biomasa fitoplanctónica (Figuras 6 y 7). Las mayores tasas de crecimiento se observaron en los primeros meses (mayo-junio) coincidentes con temperaturas medianas (26,5-28,5°C) y elevada disponibilidad de alimento, habiendo un estancamiento del crecimiento desde junio a octubre con temperaturas altas y baja disponibilidad de alimento. Las tasas de crecimiento aumentaron, posteriormente, cuando la temperatura descendió y aumentó la disponibilidad de alimento (Figuras 3, 6 y 7). Los patrones de los parámetros de crecimiento no mostraron correlación con los de la salinidad, la concentración de oxígeno y el “fouling”.

Para determinar la factibilidad del cultivo suspendido de moluscos bivalvos es importante escoger los elementos de confinamiento que provean mejor rendimiento. Aparte de ello, estudiar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento suministra información importante para establecer estrategias de cultivo. El presente estudio muestra una respuesta similar del crecimiento y la supervivencia de la ostra perliera *P. imbricata* en los diferentes elementos de confinamiento utilizados en condiciones de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

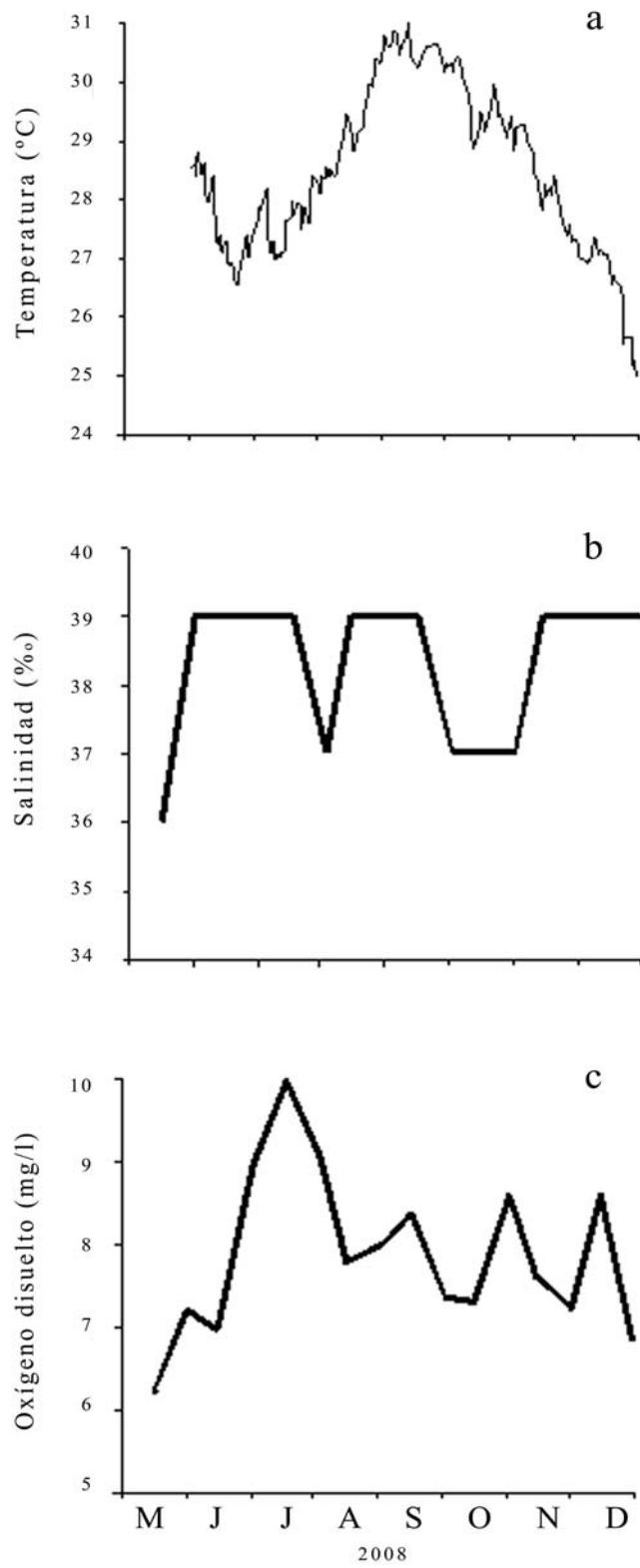


Figura 6. Variación quincenal de la temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno disuelto (c) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima.

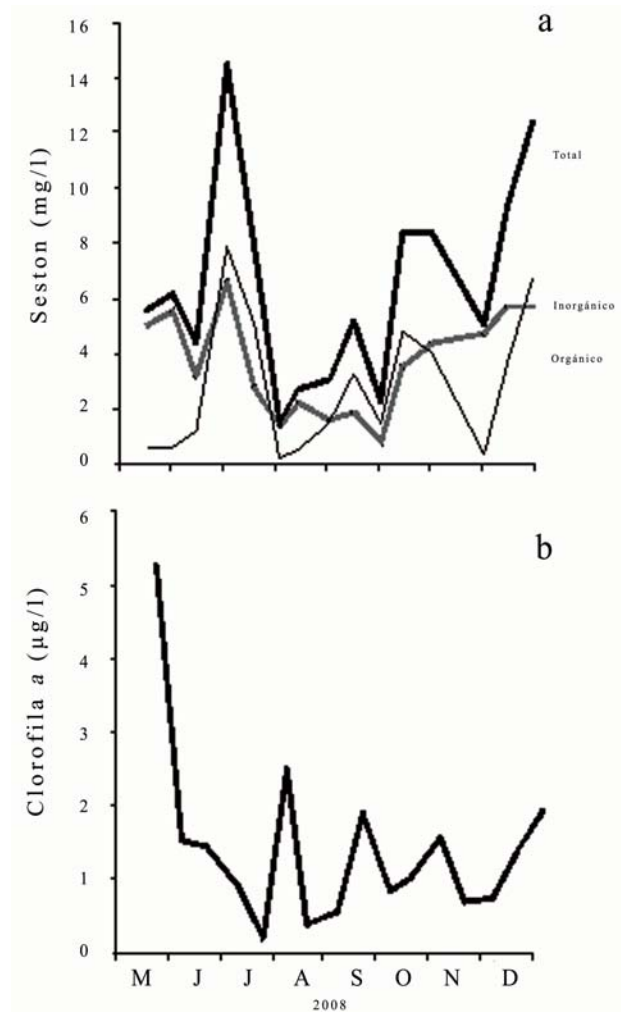


Figura 7. Variación quincenal del seston total, orgánico e inorgánico (a) y la biomasa fitoplanctónica estimada por clorofila a (b) en el periodo mayo-diciembre 2008 en la Bahía de Mochima.

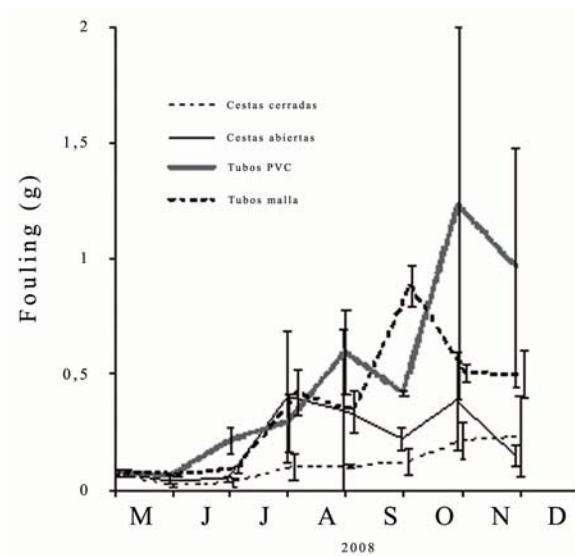


Figura 8. Variación mensual de la biomasa del “fouling” acumulado en las conchas de *P. imbricata* en cuatro diferentes elementos de cultivo suspendido en la Bahía de Mochima.

Además, la variabilidad registrada en el crecimiento de la ostra perlífera se encuentra condicionada por las alteraciones de los factores ambientales.

La ostra perlífera bajo cultivo suspendido mostró un crecimiento similar en los cuatro elementos de confinamiento ensayados durante los siete meses de estudio, alcanzando un aumento en masa de sus tejidos (músculo y resto de tejidos) entre el 470-739% de la masa y 110-120% de la dimensión de la concha inicial. Sin embargo, las tallas obtenidas al final del experimento estuvieron por debajo de la comercial establecida oficialmente para la explotación de sus bancos naturales (50 mm, INSOPESCA, resolución 009, Caracas 18 junio 2002-Gaceta Oficial, República Bolivariana de Venezuela).

Además de ello, la supervivencia alcanzada en los cuatro elementos osciló entre el 40-60% al final del estudio. Estos resultados muestran que, bajo las condiciones ambientales imperantes en la Bahía de Mochima, es necesario un período de cultivo mayor a siete meses para que la ostra perlífera alcance la talla comercial.

En base a los resultados obtenidos, se sugiere la utilización del elemento de cultivo más económico. Aunque los organismos en las cestas cerradas mostraron una mayor supervivencia, la elaboración de estos elementos de cultivo demandaría mayor material y mano de obra que los otros elementos de cultivo (cilindros), por eso no se recomienda para el cultivo de *P. imbricata*. Mientras, los cilindros de malla plástica y de PVC proporcionan mayor facilidad para realizar la cosecha. Aunque los cilindros de PVC implican menor labor de confección que los de malla plástica, este último material es más barato y flexible lo que facilita la confección de los cilindros y permitir un mayor flujo de agua lo que proporciona más alimento para las ostras. En vista de ello, el cilindro de malla plástica es el elemento de cultivo aconsejable para futuros desarrollos en el cultivo en suspensión de *P. imbricata*.

Aun así, el uso de cestas abiertas y cerradas podrían proporcionar información sobre el biocontrol de depredadores en estos sistemas de confinamiento, específicamente del gasterópodo *Cymatium* spp., el cual es un factor negativo muy importante en el cultivo de moluscos bivalvos (Freites *et al.*, 1999). No obstante, en el presente experimento no hubo incidencia de *Cymatium* spp, en contraste a lo que se ha

reportado en cultivos de otras localidades, tales como el Golfo de Cariaco (Narváez *et al.*, 2000, Lodeiros *et al.*, 2002, Semidey, 2009), Laguna La Restinga (Buitrago *et al.*, 2009), Laguna Grande del Obispo (Nuñez, 2009) y otras latitudes como en Australia (Perron *et al.*, 1985), Brasil (Manzoni y Lacava, 1998) y Colombia (Urban, 2000). Recientemente, Semidey (2009), en un experimento en la bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, muestra la menor incidencia de estos depredadores con la utilización de cuerdas como cultivo, a diferencia de cestas japonesas, infiriendo en el mejor uso de elementos verticales para el cultivo de *P. imbricata*. Estos resultados, y los de mayor rendimiento de los cilindros de malla plástica, reafirman el uso de este elemento para el cultivo de *P. imbricata*.

Sin embargo, en los dos primeros meses de experimento la masa de tejidos distinta al músculo (resto de los tejidos) presentó un aumento acelerado, mayormente marcado en los tratamientos en cestas, posiblemente por el desarrollo de gónadas. A pesar que en el presente trabajo no se evaluó la reproducción, el resto de los tejidos representó un aumento de volumen y cambio de color de las gónadas (caracteres propios de la reproducción) a partir de junio y hasta finales de julio.

Browne y Russel-Hunter (1978) y Toumi *et al.* (1983), exponen que cuando la disponibilidad de alimento es limitada, la reproducción es favorecida como una estrategia evolutiva. De esta manera, es probable que la especie comenzara a formar gónada canalizando, principalmente, la energía hacia reproducción a expensas de energía que pudiese ir al crecimiento somático. Este comportamiento pudo ocurrir probablemente al inicio del experimento, cuando los organismos pudieron acumular reservas en los tejidos en los meses previos a junio, momento en el cual la biomasa fitoplanctónica es baja, y luego canalizarla hacia la reproducción, comportándose como un organismo conservador.

En consecuencia, al comparar el crecimiento observado en el presente estudio con otros experimentos en cultivos suspendidos de *P. imbricata* en el Golfo de Cariaco (Lodeiros *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2009; Semidey *et al.*, 2009), y otras localidades como el Caribe colombiano (Urban 2000), se evidencia una menor tasa de incremento de tamaño en la bahía de Mochima, debido, en gran parte, a una

paralización del crecimiento entre los meses de junio-octubre, pudiendo haber sido causada por el estrés provocado por la baja disponibilidad de alimento, particularmente, de la biomasa fitoplanctónica observada durante dicho periodo.

La variabilidad en los factores ambientales en las aguas de las costas del nororiente de Venezuela obedecen, principalmente, a la influencia los vientos alisios que con mayor o menor magnitud, provocan fenómenos de surgencia y estratificación del agua (Okuda *et al.*, 1978; Griffiths y Simpson, 1972; Moigis, 1986), trayendo consigo efectos sobre el crecimiento y la reproducción de los organismos acuáticos (Lodeiros y Himmelman, 1994). No obstante, la mayor o menor variabilidad de los factores ambientales puede estar asociada también a fenómenos en las microlocalizaciones en el nororiente de Venezuela. En este sentido, la Bahía de Mochima, puede considerarse un sistema semicerrado, y de menor entrada de agua que otras zonas con mayor influencia de surgencia del nororiente de Venezuela, como lo es el Golfo de Cariaco, produciendo variaciones en diferente magnitud de los factores ambientales.

De esta manera, por ejemplo, el seston total, así como su componente orgánico y la biomasa fitoplanctónica, dos factores directamente asociados con la alimentación en moluscos bivalvos, son menores en una magnitud superior al 50% en comparación con los niveles alcanzados en el Golfo de Cariaco en periodos anteriores (Lodeiros y Himmelman, 2000) e inclusive en el mismo momento que se desarrolló la presente investigación (Pérez *et al.*, 2009). Esto explicaría, en gran medida, las bajas tasas de crecimiento obtenidas en el presente trabajo, en relación a las observadas en el Golfo de Cariaco y otras localidades.

Debido a que las mayores tasas de crecimiento se observaron en el periodo de surgencia, una alternativa de mayor rendimiento para el cultivo de esta especie, particularmente en la bahía de Mochima, es que las semillas sean sembradas justo al inicio de la surgencia (diciembre-enero), en función de aprovechar los elevados niveles de seston, específicamente, de fitoplancton.

De esta manera, pudieran alcanzarse la talla comercial de la ostra perla en menor tiempo. Esta especie, aunque muestra una reproducción continua en el Golfo de Cariaco, posee picos elevados de reclutamiento en colectores artificiales al inicio del año, alcanzando los 400 individuos/colector en monofilamento 30x60 cm, y un pico aún más elevado en agosto, alcanzando los 1.100 individuos/colector (Jiménez *et al.*, 2000).

Las semillas en nuestro estudio parecen ser de la cohorte de febrero, por lo cual aprovecharon, el periodo de mayor disponibilidad de alimento cuando aun tenían una talla pequeña y menor disponibilidad (por la estratificación del agua) a tallas mayores. Es posible que la baja disponibilidad de alimento no tenga un efecto estresante en juveniles, como ocurre en la vieira *Euvola ziczac* en periodos de estratificación del agua en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman 2000), y que la cohorte de agosto de *P. imbricata* sea más adecuada para el cultivo en Mochima y otras localidades, dando tiempo al organismo alcanzar mayores tallas para entrar en el periodo de surgencia, con los elevados niveles de biomasa fitoplanctónica podrían generar un alimento disponible tanto para el crecimiento como para otros procesos fisiológicos dependientes de la talla y de elevada demanda energética como la reproducción. De esta manera, los organismos podrían alcanzar tallas comerciales en menor tiempo. Estas hipótesis deben ser verificadas con estudios de crecimiento e influencia de factores ambientales con semillas de diferentes cohortes.

Los valores de la concentración de oxígeno se mantuvieron por encima de 7 mg/l durante todo el periodo del experimento, lo cual muestra que los niveles de concentración de oxígeno no fueron estresantes para moluscos bivalvos. De igual manera, la variabilidad y magnitud de la salinidad se encuentran en los intervalos normales para esta especie y no parecen producir efectos negativos en el crecimiento de moluscos de hábitat submareal (Lodeiros y Himmelman, 1994; 2000).

Un factor que pudo influir en el crecimiento de la ostra perla fue el "fouling", el cual puede causar efectos negativos cuando se deposita en las cestas, por disminuir el flujo de agua a través de ellas y por consiguiente haber menos alimento, posibilidad de menor concentración de oxígeno y mayor acumulación de desechos provenientes de las mismas ostras. Otro

efecto del “fouling” sobre las ostras podría ser el ejercido por su deposición en las conchas, produciendo un efecto negativo debido al aumento de su peso e interferencias mecánicas con el cierre de las valvas, además de que se genera competencia por el alimento y se reduce el valor comercial del bivalvo (Lodeiros y Himmelman, 1996; Lodeiros, 2002).

En el presente estudio no se evaluó el “fouling” sobre las mallas o sobre los elementos de cultivo; sin embargo, pudo haber algún efecto en los organismos contenidos en las cestas abiertas y cerradas, ya que sus mallas se mantuvieron con mayor cantidad de “fouling”, lo cual podría haber dificultado el crecimiento de las ostras en ellas. Coincidentalmente, las conchas de estos organismos fueron las que presentaron menores niveles de acumulación de “fouling”, alcanzando hasta un 30% de la masa en relación a la concha.

Las ostras en ninguno de los elementos de cultivo muestran indicios de tener afectaciones del crecimiento. En este sentido, estos resultados revelan el escaso efecto que puede producir el “fouling” sobre los organismos de disposición vertical como lo es *P. imbricata*, de esta manera el efecto producido por fuerza antagónica del peso es menor a la desarrollada en bivalvos de posición horizontal como la vieira *E. ziczac*, por ejemplo (Lodeiros *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

No se observaron diferencias significativas en el crecimiento, tanto en longitud como en biomasa, así como en la supervivencia entre los diferentes elementos de confinamiento ensayados.

Los organismos en cestas abiertas presentaron mejor condición fisiológica que los ubicados en los demás elementos de cultivo.

En ningún elemento de cultivo se alcanzó la talla comercial (50 mm) durante los siete meses de experimentación.

En general, existió asociación de los diferentes parámetros de crecimiento y los factores ambientales (Clorofila *a*, seston y temperatura), lo cual indica la modulación que ejercen estos factores ambientales sobre el crecimiento de la ostra perla en el sitio de cultivo.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada por la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del Estado Sucre (FIDAES) de la Gobernación del estado Sucre, Venezuela, siendo ésta su Contribución Técnica No. 20.

LITERATURA CITADA

- Browne, R. and W. Russel-Hunter. 1978. Reproduction effort in mollusks. *Oecologia* (Berlin) 37: 23-27.
- Buitrago, E., J. Buitrago, L. Freitas y C. Lodeiros. 2009. Identificación de factores que afectan al crecimiento y la supervivencia de la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), bajo condiciones de cultivo suspendido en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Zoo. Trop.*, 27(1): 79-90.
- Freitas, L., C. Lodeiros and J. Himmelman. 1999. Impact of recruiting gastropod and decapod predators on the scallop *Euvola ziczac* (L.) in suspended culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 244: 295-303.
- Gómez, A. 1999. Los recursos marinos renovables del estado Nueva Esparta, Venezuela. Tomo I. Invertebrados y algas. Organización Gráficas Capriles, Caracas. Venezuela. 208 p.
- Griffiths, J. y J. Simpson. 1972. Afloramientos y otras características oceanográficas de las aguas costeras del noreste de Venezuela. Serie Recursos y Explotación Pesquera, MAC/PNUD/FAO Caracas, 2: 1-72.
- Jiménez, M., C. Lodeiros y B. Márquez. 2000. Captación de juveniles de la madre perla *Pinctada imbricata* con colectores artificiales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribb. J. Sci.*, 36: 221-226.
- León, L. 2009. Los ostrales de *Pinctada imbricata* del Edo. Nueva Esparta. II reunión Técnica de la Red Suramericana de Conservación de Moluscos Bivalvos. Centro de Investigaciones Ecológicas Guayacán, Universidad de Oriente-Estación Fidaes-IDEA. 9-12 diciembre 2009.
- León, L., T. Cabrera y L. Troccoli. 1987. Estudio sobre la fijación y el índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798, en tres bancos

- naturales del nororiente de Venezuela. Contr. Cient. U.D.O., 12: 3-44.
- Lodeiros, C. 2002. Cuestión de peso y posición. Rev. Biol. Trop. 50: 875–878.
- Lodeiros, C. y L. Freites. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. **En:** *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 135-150.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, Amsterdam 119: 345±358
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Res.* 27: 749-756.
- Lodeiros, C. and J. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Lodeiros, C., C. Pico, A. Prieto, N. Narváez and A. Guerra. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Internat.*, 10 (4): 327-339.
- Lodeiros, C., L. Freites C. Graziani and J. Alio 2011. Cultivation of bivalve molluscs in Venezuela: diversity, potential and infrastructure for seed production. pp. 161-170.
- Lovatelli, A. and S. Sarkis. 2011. A regional shellfish hatchery for the Wider Caribbean: Assessing its feasibility and sustainability. FAO Regional Technical Workshop. 18–21 October 2010, Kingston, Jamaica. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. No. 19. Rome, FAO. 2011. 246 p.
- Makenzie, C., L. Troccoli and L. León. 2003. History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.*, 65(1): 1-20.
- Manzoni, G. y L. Lacava. 1998. Crecimiento dos gasterópodos *Thais* (Stramonita) *haemastoma* e *Cymatium parthenopheum parthenopheum* en cultivo experimental na enseada da Armação do Itapocoroy (26 ° 47'S-48° 36'W) (Penha-SC). *Notas Tec. FACIMAR.* 2:167-173.
- Narváez, N., C. Lodeiros, L. Freites, M. Nuñez, D. Pico y A. Prieto. 2000. Abundancia de juveniles y crecimiento de la concha abanico *Pinna carnea* (Gmelin,1791) en cultivo suspendido. *Rev. Biol. Trop.*, 48: 785-797.
- Núñez, M. 2009. Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condiciones de cultivo submareal e intermareal, en la Laguna Grande del Obispo, Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de Maestría en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. 69 p.
- Moigis, A. 1986. Variación anual de la productividad primaria del fitoplancton en el Golfo y en la Fosa de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, (Cumaná, Venezuela)* 25: 115-126
- Okuda, T., J. Benitez-Alvarez, J. Bonilla y G. Cedeño. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Vzla. Univ. Oriente*, 17: 69-88.
- Pérez, E., D. Semidey, J. Reyes y C. Lodeiros. 2009. Crecimiento de cohortes de *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela: primera cohorte. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.* II: 389-394.
- Perron, F., G. Heslinga and J. Fagolimul. 1985. The gastropod *Cymatium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*, 48: 211–221.
- Ruffini, E. 1984. Desarrollo larval experimental de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798)

- (Mollusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre su reproducción en el banco natural de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Trabajo de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 53 p.
- Semidey, D., R. Cortez, M. Nuñez, C. Malavé y C. Lodeiros. 2009. Crecimiento y supervivencia de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798, bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas japonesas. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. II: 417-423.
- Strickland, J and T. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Second edition. Fish. Res. Board of Canada. Bull.167.
- Toumi, J., T. Hakala and E. Hamkuoja. 1983. Alternative concepts of reproductive effort, costs of reproduction and selection in life history evolution. *Am. Zool.*, 23: 25-34.
- Urban, J. 2000. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, 189: 361–373.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical Analysis*. Segunda Edición. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 718 p.

Abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *Waltheria americana* L. (Sterculaceae), en área agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela

Severiano Antonio Rodríguez-Parilli^{1*} y Mervis Rondón Graterol²

¹Universidad Rómulo Gallegos, Área de Ingeniería Agronómica, estado Guárico, Venezuela

²Universidad Bolivariana de Venezuela, estado Guárico, Venezuela. *Correo electrónico: srodriguez@unerg.edu.ve.

RESUMEN

Las abejas son insectos importantes para la polinización de las plantas naturales y cultivadas, los cuales han establecido relaciones específicas, presentándose especies botánicas importantes para la sustentación de poblaciones de abejas, es por ello, que el objetivo de esta investigación fue identificar las abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *Waltheria americana* L. (Sterculaceae), en área agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela; con el objeto de evaluar el potencial de esta planta en el manejo de las abejas. Se estableció un área con 10 plantas de *W. americana* y todas las abejas visitantes de esta especie fueron colectadas con red entomológica en un horario comprendido entre las 6:00-14:00 horas, durante los meses octubre y noviembre (2008), con ocho muestreos por mes. Se colectaron en total 3009 individuos, distribuidos en cuatro familias y 40 especies, correspondientes a las familias: Apidae 2785 individuos, 22 especies; Halictidae 186 individuos, 11 especies; Megachilidae 35 individuos, cinco (5) especies y Andrenidae tres (3) individuos y dos (2) especies. *Apis mellifera* resultó la especie más frecuente (52,21%). Diez especies de abejas (25% de la riqueza) suman 2835 individuos. *W. americana* es una especie de gran potencial para la conservación de la riqueza y abundancia de abejas en el área agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos.

Palabras clave: abejas, *Waltheria*, *Apoidea*.

Bess (Hymenoptera: Apoidea) visitors of *Waltheria americana* L. (Sterculaceae) in Rómulo Gallegos University's agricultural area, Guárico, Venezuela

ABSTRACT

The bees are important animals in the pollination of them natural and cultivated plants, inclusive they have established specific relations, appearing botanical important species in the sustentation of bees's populations. The intention of this investigation was to identify the bees (Hymenoptera: Apoidea) visitors of *W. americana* L. (Sterculaceae) in agricultural area of the Rómulo Gallegos University, Guárico, Venezuela; in order to evaluate the potential of this plant in the managing of the bees. An area was established by 10 plants of *W. americana* and all the visitors bees of this plant were collected with insect-net. The samplings were done between the hours 6:00-14:00, during October-November months (2008) by eight samplings for month. There were collected 3009 individuals distributed in four families and 40 species of bees, correspondents to: Apidae 2785 individuals, 22 species; Halictidae 186 individuals, 11 species; Megachilidae 35 individuals, five (5) species and Andrenidae three (3) individuals and two (2) species. *Apis mellifera* turned out to be the most frequent specie (52,21%). Ten species of bees (25% of the richness) 2835 individuals add up. *W. americana* is a specie of great potential for the maintenance of the richness and abundance of bees in the agricultural areas of the Rómulo Gallegos University.

Keywords: bees, *Waltheria*, *Apoidea*.

INTRODUCCIÓN

Las abejas cumplen un importante papel en la polinización de las plantas tanto naturales como cultivadas, esto debido a la evolución de sus estructuras tanto morfológicas como fisiológicas adaptadas para la recolección del polen y néctar de las complejas estructuras florales (Kevan y Baker, 1983; Proctor *et al.*, 1996; Santos *et al.*, 2004). Entonces el manejo de las poblaciones de abejas relacionadas con las especies botánicas, es importante para mantener sus poblaciones fortalecidas y disponibles para la transferencia de polen.

El manejo de las abejas para garantizar la polinización de cultivos; debe estar fundamentado, en parte, en el manejo de las especies vegetales en las cuales realizan sus funciones vitales, resultando algunas con una importante relación planta-abeja por el número y riqueza de abejas que la frecuentan. En este sentido, existen especies de plantas que son muchas veces consideradas como malezas, sin embargo, pueden resultar de significativo valor para la reproducción y mantenimiento de las abejas.

El concepto de maleza o planta invasora ha sido modificado en las últimas dos décadas, considerando su importancia en el manejo integrado de plagas (Altieri *et al.*, 1977, 1994), y en el mantenimiento de los polinizadores. Este nuevo abordaje de las plantas invasoras consideradas, tradicionalmente, nocivas por disminuir la productividad de las labores, cambian de perspectiva si son manejadas adecuadamente, porque pueden aumentar la productividad proporcionando alimentos a insectos polinizadores, depredadores y parasitoides de plagas (Souza, 1991). Este aumento en la abundancia y riqueza de polinizadores incluye a las abejas que visitan las flores de esta especie en procura de polen y/o néctar (Camargo y Mazucato 1984).

W. americana L. (Sterculiaceae) es una especie de planta herbácea, perenne, considerada una maleza común en regiones sabanizadas donde suelen invadir áreas cultivadas. En centros urbanos esta especie se encuentra en terrenos baldíos y degradados (Lorenzi, 1982; Laca-Buendía *et al.*, 1989, Macedo *et al.*, 1990, Brandão *et al.*, 1991, Gavilanes, 1992). Tiene una rápida y elevada producción de flores agrupadas, durante todo el año, tornándose atractivas como fuente de néctar para varias especies de abejas (Camargo y Mazucato, 1984).

Por lo tanto, mantener *W. americana*, considerada una planta invasora en áreas cultivadas, puede ser una medida práctica para aumentar y garantizar la presencia de polinizadores, evitando al mismo tiempo posibles extinciones locales (Buckmann y Nabhan 1996), debiéndose considerar un componente biológico importante (Altieri *et al.*, 1977, 1981). Sin embargo, para evaluar la potencialidad de esta especie para un manejo integrado de abejas es necesario un criterio basado en datos cuantitativos.

El objetivo de este estudio fue identificar las abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *W. americana* L. (Sterculiaceae) en área agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela; para determinar el potencial de esta planta en el manejo de las abejas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El muestreo se realizó en el sistema de producción con rumiantes de la UNERG, vía Camburito, municipio Juan Germán Roscio, Guárico, Venezuela. El bosque de galería se extiende en forma natural a lo largo de los cuerpos de aguas temporales o permanentes y en las áreas abiertas la cobertura principal es el pastizal, con predominancia del yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) y aisladamente se presentan especies arbóreas de chaparros (*Curatella americana*) Rodríguez-Parilli *et al.*, 2008

Según la clasificación de zonas de vida de Ewel y Madriz (1968), el área de estudio es un bosque seco tropical que comprende dos períodos climáticos bien definidos: seco y lluvioso. Según datos de FAV (2006), el período seco comprende desde el mes de noviembre y hasta el mes de abril, mientras que el período lluvioso se extiende desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, considerando abril y noviembre como meses de transición.

Los meses más húmedos son agosto, septiembre y octubre, con un promedio anual de humedad relativa de 70% y los vientos predominantes tienen dirección Noreste. La media de precipitación anual oscila entre 600 y 1.500 mm y la temperatura media anual es de 25°C (FAV, 2006).

Muestreo

Se estableció un área de colecta de 50 m x 50 m donde estaban en forma natural una población de 10 plantas de *W. americana* L. en estado de floración. La coordenada y la altura sobre el nivel del mar de esta cuadrícula se corresponde a 9° 53' 05" N y 67° 24' 43" E, y 520, respectivamente. Se hicieron las colectas de abejas en esta población vegetal utilizando la red entomológica. Los muestreos se realizaron cada hora durante 20 minutos, en un horario comprendido entre las horas 6:00-14:00 horas. La selección de este horario fue considerado en función de observaciones previas de las actividades de las abejas en la planta, la cual era muy baja luego de las 14:00 horas. En total se hizo 8 muestreos por mes durante el período comprendido entre el 2 de octubre de 2008 al 31 de noviembre de 2008, debido a diferencia de lo citado por Macedo y Martins (1998); en estas condiciones *W. americana* no produce flores durante todo el año.

Siguiendo la metodología de captura y referencia de Laroca (1974); Cure *et al.*, (1993), Rodríguez-Parilli *et al.*, (2008), las abejas colectadas se conservaron en frascos de vidrios individuales con alcohol etílico al 70%, etiquetadas con los siguientes datos: fecha y hora. Las abejas se clasificaron e identificaron mediante el uso de la clave propuesta por Silveira *et al.*, (2002) y los especímenes conservados fueron depositados en la colección regional de insectos de la UNERG. Para el análisis de los datos se realizó un análisis descriptivo y las variables consideradas para evaluar la comunidad de abejas visitantes de *W. americana* fueron constancia (C), abundancia (a) frecuencia (F) y dominancia (D).

Para la constancia C de especies se utilizó la clasificación de Bödenheimer (1955), repetida Rodríguez-Parilli *et al.*, (2008) que clasifica las especies que tengan una ocurrencia mayor a 50% como constantes (W), entre 25 y 50% accesorias (Y) y accidentales (Z), menor a 25%.

La abundancia es el número de individuos de una especie capturados por esfuerzo de muestreo en un tiempo dado y se presentará de forma numérica y en clases de cinco niveles: rara (r), serán las especies cuyo número de individuos estén por debajo del intervalo de confianza (IC) de 1%; dispersa (d), las especies comprendidas entre los límites inferiores del IC_{5%} y IC_{1%}; común (c), las especies comprendidas entre IC_{5%}; abundante (a), las especies situadas entre los límites

superiores de IC_{5%} y IC_{1%} y muy abundante (ma), las especies que están por encima de IC_{1%} (Thomazini y Thomazini, 2002; Anacleto y Marchini, 2005). Para medir la frecuencia (F) de especies se utilizó el método citado por Thomazini y Thomazini (2002), Santos *et al.*, (2004) y Anacleto y Marchini (2005), Rodríguez-Parilli *et al.*, (2008), quienes clasifican la frecuencia en tres niveles: muy frecuente (MF), frecuente (F) y poco frecuente (PF); utilizando el intervalo de confianza IC_{5%} límite superior y el inferior de IC_{5%} son F. Debido al gran número de individuos de *A. mellifera*, esta especie no fue considerada en los cálculos de las clases de abundancia y frecuencia para los índices mencionados.

La dominancia D consiste en la capacidad de una especie en modificar en su beneficio el impacto recibido del ambiente y puede causar aparición o desaparición de otras especies (Anacleto y Marchini, 2005). La dominancia de una determinada especie se identificó cuando el límite inferior de su intervalo de confianza (Kato *et al.*, 1952) era mayor que el inverso del número total de especies multiplicado por 100 (Cure *et al.*, 1993; Thomazini y Thomazini, 2002; Santos *et al.*, 2004; Anacleto y Marchini, 2005; Rodríguez-Parilli *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de estudio fueron colectados en *W. americana* 3009 individuos, distribuidos en cuatro familias y 40 especies de abejas, correspondientes a: Apidae 2785 individuos, 22 especies; Halictidae 186 individuos, 11 especies; Megachilidae 35 individuos, cinco (5) especies y Andrenidae tres (3) individuos y dos (2) especies. Esta jerarquización de familias por abundancia de individuos (N) y riqueza de especies (S), en la cual Apidae > Halictidae > Megachilidae > Andrenidae, coincide con la tendencia señalada en otros trabajos de evaluación de comunidades de abejas para las regiones tropicales (Carvalho, 1999; Santos *et al.*, 2004; Aguiar y Zanella, 2005; Smith-Pardo y González, 2007). En los trabajos realizados; en frijol por Leone *et al.*, (2007), se capturaron 4776 individuos distribuidos en 21 especies, en Girasol por Machado y Lopes (2006) se capturaron 25.532 individuos distribuidos en 26 especies y en *W. americana* por Macedo y Martins (1998), en dos áreas de muestreos se capturaron 37 especies. En todos estos trabajos mencionados el muestreo se realizó durante un año con un horario de muestreo mayor

y/o en dos áreas de estudios, sin embargo, la riqueza siempre fue menor y con abundancias mayores que pueden ser explicadas por el mayor esfuerzo.

En la familia Colletidae no se capturó ningún individuo, mientras que en Andrenidae fueron pocos los colectados, resultados que coinciden con las afirmaciones de Bortoli y Laroca (1990), quienes indican que estas familias están pocos representadas en el trópico.

Mientras que la familia Apidae resultó la más abundante, representada por tres subfamilias. Apinae, fue la más abundante con 2785 individuos, que representan el 91,42% de las abejas visitantes, con resultados similares en los trabajos de Roig-Alsina y Michener (1994), Leone *et al.*, (2007) y Machado y Lopes (2006); siguiendo Xylocopinae con 33 y Nomadinae con uno (1); distribuidas en seis (6) tribus: Apini 2654, Tapinotaspidini (62), Exomalopsini (12), Tetrapediini (11), Eucerini (10) y Centridini (2) (Cuadro 1). Apini resultó la tribu más representada en abundancia (N=2654) y riqueza (S=10) de la cual Meliponina obtuvo una menor abundancia de individuos con respecto Apina (1083 vs 1571) y una mayor riqueza (9 vs 1). En Apina se registró una considerable abundancia de individuos representada en este estudio solo por *A. mellifera* (52,21%), resultados similar fue obtenido por Machado y Lopes (2006), que señalan 58,32%; razón por la cual probablemente ésta es excluida en algunos estudios de comunidad de la fauna melitófila, ya que su dominancia es evidente en algunos ecosistemas (Cure *et al.*, 1993; Barbola y Laroca, 1993), sobre todo los intervenidos.

Las demás tribus de Apinae representadas en el estudio, fueron Tapinotaspidini (N=62, S=1), Exomalopsini (N=12, S=2), Tetrapediini (N=11, S=1), Eucerini (N=10, S=3) y Centridini (N=2, S=1). Xylocopinae estuvo representada por dos tribus Ceratini (N=31, S=2) y Xylocopini (N=2, S=1), mientras que Nomadinae solo fue representada por Nomadini.

Diez especies (25% de la riqueza) suman 2835 de las abejas visitantes de las flores de *W. americana*, que representan el 94,22% de la abundancia, que además clasificaron como muy abundantes y muy frecuentes y son en orden de importancia *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Partamona peckolti*, *Dialictus* sp.,

Monoeca sp., *Trigonisca* sp., *Augochloropsis* sp. 1, *Geotrigona* sp. y *Augochloropsis* sp (Cuadro). Estas mismas especies fueron clasificadas como dominantes (D). Las especies D más *Megachile* sp, *Plebeia fraterna* y *Melipona favosa* fueron consideradas constantes durante el período de estudio. Las mayores abundancias en estudios conducidos por Leone *et al.* (2007) en *Cajannus cajan* fueron *Trigona spinipes* (83,06%) y *N. testaceicornis* (5,07%); y por Machado y Lopes (2006), en *Helianthus annuus* fueron *A. mellifera* (58,32%), *N. testaceicornis* (18,53%) y *T. spinipes* (11,37%). Por otro lado, 22 especies se agruparon entre dispersas (d) y raras (r) y pocos frecuentes (PF); 21 especies fueron consideradas accidentales (z). Macedo y Martins (1998) y Camargo y Mazucato (1984), en estudios conducido en *W. americana* señalan la especie *Augochloropsis callichroa* como la abeja más frecuente a diferencia del presente trabajo que ubica al género en el puesto ocho de abundancia. Estas variaciones pueden ser explicadas por las diferencias ambientales y las especies de abejas presentes en las áreas de estudios, la presencia o ausencia de nidos próximos y la intervención humana.

En cuanto al horario de visita de las abejas a las flores de *W. americana*, estas aumentaba conforme transcurría las horas luego de haber iniciado el muestreo, alcanzando un valor máximo de abundancia de 679 individuos entre las 9:00-10:00 horas y 29 especies entre las 10:00-11:00 horas, para luego decrecer (Figura 1). Posiblemente, el bajo número de captura de abejas visitantes antes de las 9:00 horas y posterior a las 12:00 horas se expliquen, en parte, por la influencia de la temperatura ambiental en la actividad de las abejas y a la propia característica nectarífera de la especie vegetal. La abundancia y la riqueza tienen un coeficiente de correlación de Pearson de 0,80 lo que indica un comportamiento similar de estas variables con respecto al horario de muestreo.

CONCLUSIÓN

W. americana mantiene una gran abundancia y riqueza de abejas que la visitan en las áreas agrícolas de la Universidad Rómulo Gallegos. Sus características biológicas de rápido crecimiento, adaptación a invadir áreas degradadas, su aporte de alimento para las abejas y su abundancia poblacional; la convierten en una especie vegetal importante para el manejo de

Cuadro. Lista de especies de abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *W. americana* L. organizadas en clases de abundancia, frecuencia, ocurrencia y dominancia.

Familia/Subfamilia/Tribu/Especie	Abundancia	Frecuencia	ocurrencia	Dominancia
Andrenidae	3	0,10		
Panurginae/Protandrenini	3	0,10		
<i>Psaenythia</i> sp.	2 r	0,07 PF	z	
<i>Psaenythia</i> sp.1	1 r	0,03 PF	z	
Apidae/Apinae	2785	92,56		
Apini	2751	91,43		
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	1571 ma	52,21 MF	w	D
<i>Geotrigona</i> sp.	35 ma	1,16 MF	w	
<i>Melipona compresipes</i> (Fabricius, 1804)	3 r	0,10 PF	z	
<i>Melipona favosa</i> (Fabricius, 1804)	15 c	0,50 F	w	
<i>Partamona peckolti</i> (Friese, 1901)	184 ma	6,11 MF	w	D
<i>Nannotrigona perilampoides</i> (Cresson, 1878)	262 ma	8,71 MF	w	D
<i>Plebeia fraterna</i> Laroca y Rodríguez-Parilli, 2008	19 c	0,63 F	w	
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1825)	516 ma	17,15 MF	w	D
<i>Trigona amalthea</i> (Olivier, 1879)	4 d	0,13 PF	z	
<i>Trigonisca</i> sp.	45 ma	1,50 MF	w	
Centridini	2			
<i>Centris</i> sp.	2 r	0,07 PF	z	
Eucerini	10			
<i>Alloscirtetica</i> sp.	2 r	0,07 PF	z	
<i>Florilegus</i> sp.	4 d	0,13 PF	z	
<i>Melissoptila</i> sp.	4 d	0,13 PF	z	
Exomalopsini	12			
<i>Exomalopsis</i> sp.	6 d	0,20 PF	y	
<i>Exomalopsis</i> sp.1	6 d	0,20 PF	y	
Tapinotaspidini				
<i>Monoeca</i> sp.	62 ma	2,06 MF	w	
Tetrapediini	11			
<i>Tetrapedia</i> sp.	11 c	0,37 F	y	
Apidae/Nomadinae/Nomadini	1	0,03		
<i>Nomada</i> sp.	1 r	0,03 PF	z	
Apidae/Xylocopinae	33	1,10		
Ceratinini	31			
<i>Ceratina</i> sp.	23 c	0,76 F	y	
<i>Ceratina</i> sp.1	8 c	0,27 F	z	
Xylocopini	2			
<i>Xylocopa fimbriata</i> (Fabricius, 1804)	2 r	0,07 PF	z	

.../...Continúa

...Continuación Cuadro.

Familia/Subfamilia/Tribu/Especie	Abundancia	Frecuencia	ocurrencia	Dominancia		
Halictidae	186					
Halictinae						
<u>Augochlorini</u>	97					
<i>Augochlora</i> sp.	11	c	0,37	F	y	
<i>Augochlora</i> sp.1	1	r	0,03	PF	z	
<i>Augochloropsis</i> sp.	29		0,96	MF	w	
<i>Augochloropsis</i> sp.1	45	ma	1,50	MF	w	
<i>Augochlorella</i> sp.	7	c	0,23	F	y	
<i>Ceratalictus</i> sp.	1	r	0,03	PF	z	
<i>Neocorynura</i> sp.	1	r	0,03	PF	z	
<i>Paroxystoglossa</i> sp.	2	r	0,07	PF	z	
<u>Halictini</u>	89					
<i>Dialictus</i> sp.	86	ma	2,86	MF	w	D
<i>Halictus</i> sp.	1	r	0,03	PF	z	
<i>Halictus</i> sp.1	2	r	0,07	PF	z	
Megachilidae	35	1,163				
Megachilinae	30	1,00				
<u>Anthidiini</u>	5					
<i>Anthidium</i> sp.	5	d	0,17	PF	z	
<u>Megachilini</u>	30					
<i>Colioxys</i> sp.	1	r	0,03	PF	z	
<i>Megachile</i> sp.	27	c	0,90	F	w	
<i>Megachile</i> sp.1	1	r	0,03	PF	z	
<i>Megachile</i> sp.2	1	r	0,03	PF	z	
Total general	3009	100,0				

Abundancia (N = número de individuos): N ≤ 3,4 = rara (r), N > 3,4 y ≤ 6,9 = dispersa (d), N > 6,9 y ≤ 28,8 = común (c), N > 28,8 y ≤ 32,3 = abundante (a), N > 32,3 = muy abundante (ma). Constancia (C): C < 25% = accidentales (z), C ≥ 25% y ≤ 50% = accesorias (y), C > 50% = constantes (w). Frecuencia (F): F ≤ 1,04 = poco frecuente (pf), F > 1,04 y ≤ 4,37 = frecuente (f), F > 4,37 = muy frecuente (mf). Dominancia (D): especies dominantes F > (1/S)*100 = 2,5

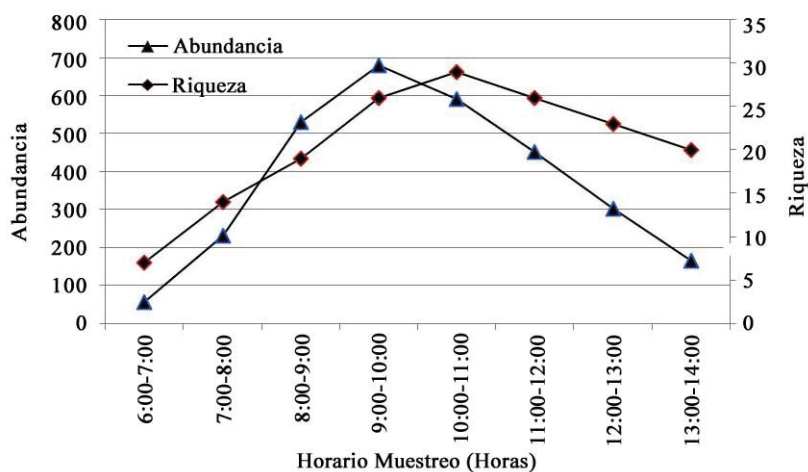


Figura 1. Riqueza y abundancia de abejas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes de *W. americana* L. en área agrícola de la Universidad Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela.

los polinizadores, por lo que es recomendable como estrategia mantener poblaciones *W. americana* que sustenten poblaciones de abejas que estén disponibles para los servicios de transferencia de polen.

LITERATURA CITADA

- Aguiar, C., F. Zanella. 2005. Estructura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) de uma área na margen do domínio da caatinga (Itatim, BA). *Neot Entomology* 34 (1): 15-24.
- Altieri, M. 1981. Weeds may augment biological control of insects. *Calif. Agric. Berk.* 35: 22-24.
- Altieri, M., A. Von Schoonhoven, J. Dolf. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop. Syst. Pans* 13: 195-205.
- Altieri, M., J. Cure and M. Garcia. 1994. The role and enhancement of parasitic Hymenoptera biodiversity in agroecosystems. p. 257-275, In LaSalle, J. & Gauld, J. (Eds.) *Hymenoptera and Biodiversity*. London: CAB Internacional.
- Anacleto, D., L. Marchini. 2005. Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do São Paulo. *Acta Sci Biol* 27(3): 277-284.
- Barbola, F., Laroca, S. 1993. A comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da Reserva Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil): I. Diversidade, abundancia relativa e atividade sazonal. *Acta biol Par* 22:91-113.
- Bodenheimer, F. 1955. *Precis d'ecologie animale*. Payot, Paris, Francia. 315 p.
- Bortoli, C., S. Laroca. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), con notas comparativas. *Dusenía* 15:1-112.
- Brandão, M., M. Barcelar, J. Laca-Buendia, M. Gavilanes, J. Macedo. 1991. Plantas daninhas existentes no herbário da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, PAMG/EPAMIG. *Daphne*, 1(2): 24-43.
- Buckmann, S. and G. Nabhan. 1996. *The forgotten pollinators*. Island Press, Washington, D.C.
- Camargo, J. and M. Mazucato. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Dusenía* 14: 55-87.
- Carvalho, C. 1999. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) no município de Castro Alves-Ba. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 104 p.
- Cure, J., G. Filho, M. Oliveira, F. Silveira. 1993. Levantamento de abelhas silvestres na zona da Mata de Minas Gerais. I-Pastagem na Região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). *Rev Ceres* 40 (228): 131-161.
- Ewel, L. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre El mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cria. Dirección de Investigación. Caracas. 264 p.
- FAV. 2006. Datos climáticos de San Juan de Los Morros. Estación Meteorológica de la Fuerza Aérea Venezolana, Serial Nacional: 2440.
- Gavilanes, M. 1992. Plantas invasoras ocorrentes no município de Belo Horizonte, Minas Gerais I. levantamento e identificação. *Daphne*, 2: 50-60.
- Kato M., T. Matsuda, Z. Yamashita. 1952. Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. *Sci. Rep. Thoki Univ. IV Biol.*, 19: 291-301.
- Kevan, P., H. Baker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Ann Rev Ent* 28: 47-57.
- Laca-Buendia, J., M. Brandão, M. Gavilanes. 1989. Plantas invasoras da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no estado de Minas Gerais. *Act. Bot. Bras.* 3: 225-236.
- Laroca, S. 1974. Estudo feno-ecológico em Apoidea do litoral e primeiro altiplano paranaenses. Curitiba, Univ. Fed. De Paraná, Brasil. Tese de mestrado. 62 p.
- Leone, R., C. Lopes, L. Lima, A. Santos. 2007. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijão guandu no Recôncavo Baiano, Brasil. *Ciência Rural*, 37(5): 1453-1457.

- Lorenzi, H. 1982. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicamentosas. Nova Odessa. 383 p.
- Macedo, J. y R. Martins. 1998. Potencial da Erva Daninha *Waltheria americana* (Sterculiaceae) no Manejo Integrado de Pragas e Polinizadores: Visitas de Abelhas e Vespas. *An. Soc. Entomol. Brasil* 27(1): 29-40.
- Macedo, J., M. Brandão y J. Laca-Buendia. 1990. Cadastramento das 40 plantas invasoras de canais e irrigação e drenagem no norte de Minas Gerais. *Daphne* 1: 7-16.
- Machado, C. y C. Lopes. 2006. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes dos capítulos de girassol no recôncavo baiano. *Ciência Rural, Santa Maria*, 36(5): 1404-1409.
- Magurran, A. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral, S. A. 177 p.
- Proctor, M., P. Yeo y A. Lack. 1996. The natural history of pollination. London, Harper Collins Publishers. 479 p.
- Rodríguez-Parilli, S., A. Manrique y M. Velásquez. 2008. Diversidad de la comunidad de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponina) en bosque seco tropical en Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26(4): 523- 530.
- Roig-Alsina, A. y C. Michener. 1994. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea) University Kansas Science Bulletin, 55(4): 123-173.
- Santos, F., C. Carvalho y R. Silva. 2004. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição cerrado-Amazônia. *Rev Ac Amaz* 34 (2): 319-328.
- Silveira, F., G. Melo y E. Almeida. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Brazil. Editorial Belo Horizonte. 253 p.
- Smith –Pardo, A., V. González. 2007. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta biol Colomb* 12(1): 43 – 56
- Souza, I. 1991. Controle biológico de plantas daninhas. *Inf. Agropec.* 15: 77-82.
- Thomazini, M. y A. Thomazini. 2002. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). *Neotrop entomol* 31(1): 27-34.

Evaluación del rendimiento en el canal y del fileteado de la Cachama (*Colossoma macropomum*)

Yaracelis Chiquinquirá Méndez¹, Daniel Antonio Perdomo², Glenys Andrade de Pasquier³, Danny Eugenio García^{4*} y Orland Ricardo Valecillo⁵

¹Colegio de Egresados de la Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela.

² Universidad de Los Andes (ULA) Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Trujillo, Venezuela.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Zulia (CIAE-Zulia). Estación Local El Lago. Maracaibo, Venezuela.

⁴ Universidad de Los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Departamento de Ciencias Agrarias. Trujillo, Venezuela. *Correo: dagamar8@hotmail.com.

⁵ Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Programa Nacional de Formación en Agroalimentación. Maracaibo, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento en canal y el fileteado de la cachama (*Colossoma macropomum*) criada en condiciones intensivas. El procesamiento se realizó en el Laboratorio de Recursos Pesqueros de la Estación Local “El Lago”, estado Zulia, Venezuela (CIAE-Zulia). Se emplearon 50 cachamas con peso de $750 \pm 81,6$ g y longitud total de $32,60 \pm 1,5$ cm, mediante un diseño totalmente aleatorizado con tres intervalos de peso (600-700, 701-800 y 801-950 g). Se determinaron las variables morfométricas concernientes a: longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC) y espesor del tronco (ET). Los parámetros de peso determinados fueron: peso fresco (PF), peso de la canal (PC), peso del tronco (PT), peso del filete (PFi) y residuos (R). Se estimó el rendimiento de la canal (% RC), rendimiento del filete: (% RFi) y los desperdicios: (% R). No se encontraron diferencias con respecto al ET ($P>0,05$). Las variables relacionadas con el rendimiento no exhibieron diferencias significativas ($P>0,05$). El mayor % RC y % RFi se observó en el intervalo de 600-700 g (82,47 y 52,02 %, respectivamente).

Palabras clave: cachama, canal, rendimiento, fileteado, variables morfométricas.

Carcass and filleting yield in Cachama (*Colossoma macropomum*)

ABSTRACT

The carcass and filleting yield of cultivated cachama (*Colossoma macropomum*) under intensive conditions were evaluated. The experiment was carried at the Fishing Resources Laboratory, Local Station “El Lago”, Zulia state, Venezuela (CIAE-Zulia). 50 cachamas with weight of 750 ± 81.6 g and total longitude total of $32.60 \pm 1,5$ cm were used, using a randomized total design with three range of weight (600-700, 701-800 and 801-950 g). Total length (LT), standard length (LE), head length (LC), head height (AC), body thickness (ET); weigh fresh (PF), carcass weight (PC), body weight (PT), fillet weigh (PFi), and residuals (R) were determined. According to the yield variables carcass yield (% RC); fillet yield: (% RFi) and waste: (% R) were stimated. Not differences regard to the ET were observed ($P>0.05$). Significant differences among variables related with yield were observed ($P>.05$). Biggest % RC and % RFi according to the range of weight of 700-800 g (81.34 and 52.02 %, respectively) were obtained.

Keywords: cachama, carcass, yield, filleting, morphometric parameters.

INTRODUCCIÓN

La cachama (*Colossoma macropomum*) es un pez reofilico, nativo de las cuencas del Amazonas y del Orinoco donde forma parte importante de la pesca fluvial en estos ríos y representa un excelente producto de la pesca fluvial (González y Heredia, 1998; Useche, 2001; Kubitza, 2004a).

En zonas urbanas de los países amazónicos, la especie ha presentado problemas en su comercialización, originado principalmente por un desconocimiento sobre las bondades de la carne (Bello y Gil, 1992; Caraciolo *et al.*, 2001), y posiblemente por su tradicional presentación en el mercado (fresco eviscerado), lo cual se realiza con un mínimo grado de procesamiento, por lo que se requiere para una mayor aceptación, de nuevas presentaciones ante el público consumidor.

Actualmente, casi toda la producción de especies piscícolas de aguas cálidas criadas en Venezuela es comercializada a nivel local en forma fresca ofertada en la tradicional presentación (Mora, 2005). En tal sentido, la cría de cachama, podría permitir ofertar nuevas presentaciones al mercado como filete y rodajas, lo que podría favorecer la comercialización orientada hacia los mercados locales y rurales.

En esta especie se han logrado muy buenos resultados en los procesos de producción; sin embargo, poco se ha investigado sobre su utilización y el aspecto tecnológico de la post-cosecha, que es de suma importancia (Bello y Gil, 1992). Este conocimiento podría conducir al logro de una comercialización más adecuada para esta especie autóctona, cuya producción puede llegar a ser muy alta en Venezuela.

A pesar de presentar buen sabor y carne clara, exhibe la limitante de tener espinas intramusculares en forma de “y”, particularmente en la región lateral del cuerpo (Kodaira, 2002; Cabello *et al.*, 2003; Kubitza, 2004b), lo cual dificulta su expansión comercial en el mercado nacional. En tal sentido, los consumidores tienen que conformarse con la presencia de estas espinas intramusculares, adquiriendo en lo posible peces grandes, en los cuales son más fáciles de retirar dichas espinas, al momento del consumo (Caraciolo *et al.*, 2001). Desde el punto de vista tecnológico, la carne de cachama es estable y de excelentes características para ser utilizada como materia prima

para productos a base de carne de pescado, y posee además alto valor nutricional (Caraciolo *et al.*, 2001; Cabello *et al.*, 2003).

A partir del 2005, la producción de este pez ha experimentado un crecimiento vertiginoso en Venezuela, pasando de 1.245 tm a 2.486 tm en el 2008 (INSOPESCA, 2009), y constituye en la actualidad la principal especie piscícola de aguas cálidas criada en el país. Para su cría no se requiere de un alto nivel tecnológico y puede ser producida en diferentes sistemas, tanto en monocultivo como en policultivo, principalmente con el coporo (*Prochilodus mariae*) y el bocachico (*Prochilodus reticulatus*).

Adicionalmente, el filete es una de las porciones comestibles de mayor demanda por parte de los consumidores; sin embargo, la oferta de filetes de especies con espinas intramusculares es en cierta manera un reto para su colocación en el mercado nacional. En tal sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los rendimientos en canal y del filete de la cachama (*C. macropomum*) en diferentes intervalos de peso, como presentación alternativa para ser ofertado en el mercado nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Recursos Pesqueros de la Estación Local El Lago, adscrita al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Zulia (CIAE-Zulia), ubicado en el sector Las Banderas, parroquia Francisco Ochoa, municipio San Francisco, estado Zulia, Venezuela (coordenadas geográficas: 10°35'LN y 71°37'LO). La zona muestra condiciones de bosque seco tropical, temperatura promedio anual de 32°C, precipitación promedio anual de 190 mm y se encuentra a nivel del mar (0 msnm).

Engorde

Se emplearon 50 cachamas engordadas durante 213 días, con peso de $750 \pm 81,62$ g y longitud total de $32,60 \pm 1,5$ cm, que fueron criadas en monocultivo intensivo en un tanque australiano de fibra de vidrio (diámetro: 4,88m; altura: 1,20m; volumen: 20,95m³).

Estos peces en estadio de alevín fueron donados por el Laboratorio de Piscicultura de La Universidad del Zulia (LUZ).

Durante el engorde, la densidad de siembra fue de 2,7 alevines/m², y se aplicó renovación del agua que osciló entre 10-30% del volumen del tanque para favorecer la oxigenación del agua y evitar la depleción del oxígeno. La alimentación consistió en alimento expandido dos veces al día (proteína bruta: 21%; grasa cruda: 2%; ceniza: 7,43%). Dos días antes del procesamiento se suspendió la alimentación a fin de que los peces evacuaran su tracto gastrointestinal.

Procesamiento

Los peces fueron sacrificados mediante choque térmico por inmersión en agua fría (8-10°C) de acuerdo a las recomendaciones de Caraciolo *et al.* (2001) y Mora (2005). Antes de ser sometidos al proceso hipotérmico, se les provocó una incisión a nivel del *hiatus interbranquial* a fin de facilitar el sangrado de los peces durante su sacrificio por hipotermia.

Previo a su sacrificio, se determinaron los parámetros morfométricos concernientes a longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de cabeza (LC), altura de cabeza (AC) y espesor del tronco (ET). Para ello, los peces fueron medidos utilizando un vernier con 0,1 mm de precisión.

Los peces se pesaron en una balanza analítica con precisión de 0,01 g, a fin de determinar las siguientes variables de acuerdo a la metodología empleadas por Mora (2005):

Peso fresco (PF).

Peso de la canal (PC): [PF – (peso de las vísceras+peso de las branquias)].

Peso del tronco (PT): [PC – (peso de la cabeza+peso de las aletas + peso de las escamas)].

Peso del filete (PFi): [PT – peso del espinazo].

Residuos (R): [peso de la cabeza + peso de las vísceras + peso de las branquias + peso de las escamas+peso del espinazo].

Los rendimientos corporales se determinaron en función de modificaciones realizadas a la ecuación general formulada por Rutten *et al.*, (2004), según la variable a determinar. En tal sentido se determinaron:

Rendimiento en canal (% RC): $[(PC/PF) \times 100]$.

Rendimiento del filete (% RFi): $[(PFi/PF) \times 100]$.

Con respecto al porcentaje de residuos se obtuvo de la siguiente manera:

Desperdicios (% R): $[(R/PF) \times 100]$.

Para obtener el filete se realizaron cortes manuales longitudinales con cuchillo de acero inoxidable en la musculatura dorsal a lo largo de toda la extensión de la columna vertebral, a fin de obtener dos medios filetes correspondientes a ambos lados del pez. El corte fue realizado por una única persona y se mantuvo el filete con piel para proporcionar firmeza al músculo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado, con un único factor (intervalo de peso: 600-700 g; 701-800 g y 801-950 g). El tanque constituyó la unidad experimental y los peces las unidades de muestreo.

Procesamiento de datos y análisis estadístico

La obtención del histograma, para la distribución de los intervalos de peso, con el objetivo de definir esta variable como factor fijo, se realizó utilizando la opción gráfica del paquete SPSS 10.0 para Windows® (Visauta, 1998). Para el análisis estadístico se utilizó la ventana “Analyze” del mismo paquete estadístico. El análisis de varianza (ANOVA) se realizó con la Prueba de Tukey al 5% de probabilidad utilizando también SPSS 10.0.

La estadística descriptiva se realizó en términos de media, desviación estándar (DE), error estándar (EE) e intervalo para el 95% de confianza. En los casos que fue necesario, se aplicó la prueba establecida para comprobar la esfericidad de la matriz de covarianza y la normalidad de los datos (Visauta, 1998).

Para estudiar la variabilidad en función de las variables experimentales se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP) empleando la matriz de covarianza.

Para ello, se tomó el valor promedio de todas las observaciones, con lo que se conformó una matriz de comparación que incluyó integralmente todas las variables. Se consideraron para la interpretación de los datos, los autovectores superiores a 0,50 y los valores propios iguales o mayores que 1 (Philippeau, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución del peso fresco en *C. macropomum*, acorde al histograma de frecuencia se muestra en la Figura 1.

En este sentido, se observó que la mayoría de los ejemplares se encontraron en el intervalo de 700 a 800 g de peso, valores que se consideran adecuados, considerando el manejo aplicado a los peces y las condiciones experimentales en que se desarrolló el ensayo.

El Cuadro 1, muestra las variables morfométricas de las cachamas criadas de acuerdo a los tres intervalos de peso.

Se observaron diferencias significativas de la morfometría para la mayoría de las variables medidas, a favor de los ejemplares del mayor intervalo de peso ($P < 0,05$), lo cual era de esperar, considerando que peces de mayor talla exhiben un desarrollo integral superior de sus partes; sin

embargo, no se encontraron variaciones significativas en las mediciones concernientes al ET, indicando que, independientemente, del peso alcanzado al momento de la cosecha, éstas se encontraban en buen estado físico con valores similares de masa muscular en la región dorsal. Esta semejanza en los intervalos de peso, induce a considerar que cachamas criadas en un mismo sistema de producción, muy aparte de las variaciones en su peso y talla, pueden presentar similares características cárnicas en términos corporales.

Existen experiencias que han demostrado relación entre las medidas morfométricas, con lo cual se han realizado predicciones práctica con respecto a su textura anatómica y su perspectiva, al relacionarlas con el rendimiento en cortes comerciales en algunos peces de aguas cálidas (Rutten *et al.*, 2004), de los cuales existe gran documentación sobre el procesamiento y los rendimientos obtenidos en diferentes cortes comerciales (canal y fileteado).

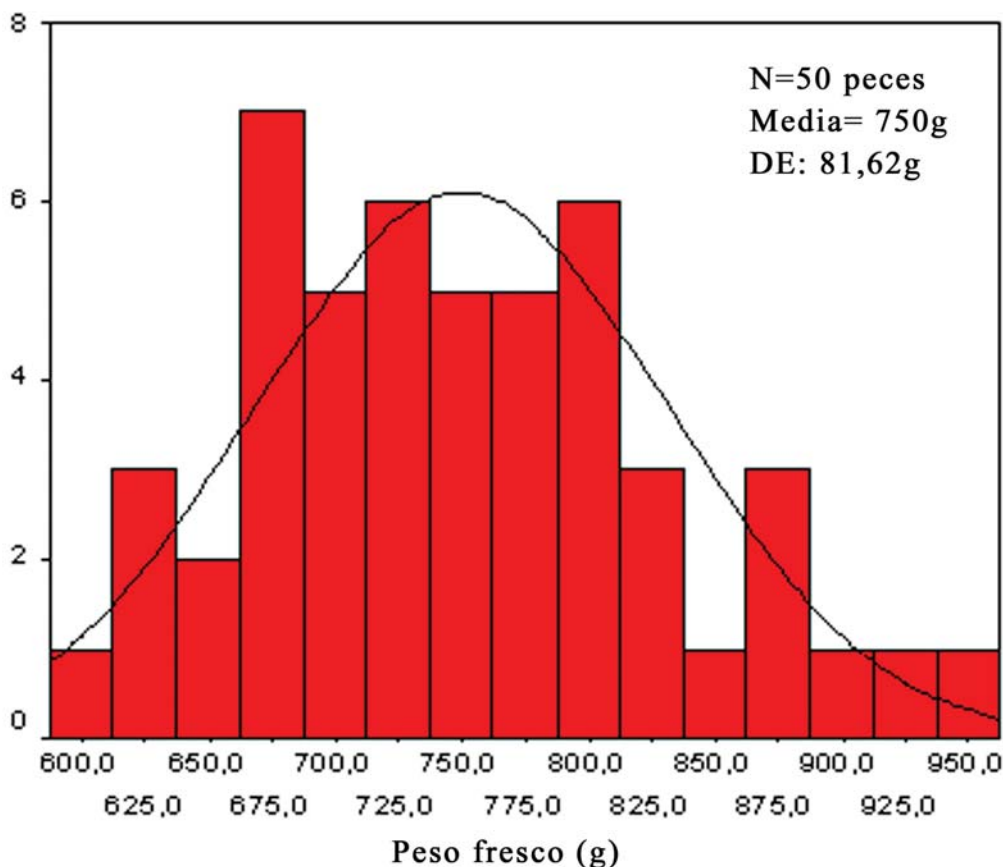


Figura 1. Histograma de frecuencia acorde al peso fresco de cachama (*C. macropomum*). DE: desviación estándar.

Sin embargo, en la cachama, está poco documentado lo que se ha realizado a nivel de técnicas post-cosecha. A excepción de países como Brasil y Colombia, en Venezuela han sido escasas las experiencias utilizadas para favorecer la comercialización de este Serrasálmido y las especies relacionadas (Cabello *et al.*, 2003). No obstante, existen alternativas de comercialización no tradicionales a la presentación de entero fresco eviscerado, las cuales ofertadas en los mercados urbanos han recibido buena aceptación (Mora, 2005).

En el cuadro 2, se muestran los parámetros relacionados al peso. Los resultados indican que existen diferencias para *C. macropomum* en base a los tres intervalos de peso evaluados durante el beneficio y las variables determinadas ($P < 0,05$), reflejando que el PF en el intervalo de 801 a 950 g, aporta mejores PC, PT y PFi. En este sentido, es bien sabido que a medida que aumenta el peso de la cachama, las variables referentes a la porción comestible también se incrementan (Bello y Gil, 1992).

Adicionalmente, en los residuos (R) también se observaron diferencias ($P < 0,05$) de acuerdo a los intervalos de peso. Estos resultados indican que peces de mayor porte generan una cantidad superior de residuos, al ser comparado con los peces pertenecientes a grupos con intervalos de peso menores, lo que se traduce en pérdidas. Por lo tanto, el peso fresco al momento de la cosecha incide en los residuos que se generan durante el procesamiento (cabeza, escamas, espinazo, vísceras, branquias y aletas).

El cuadro 3, muestra las variables relacionadas con el rendimiento porcentual.

El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas para las tres variables de rendimiento analizadas durante la presente investigación (%RC, %RFi y %R) ($P > 0,05$).

Esencialmente, se conoce bien que el rendimiento en canal es muy variable entre especies, lo cual está determinado por una serie de factores como la estructura ósea, el volumen visceral y al tamaño de la cabeza. *C. macropomum* es considerado un

Cuadro 1. Parámetros morfométricos de las cachamas.

Intervalo de Peso (g)	LT (cm) promedio	LE (cm) promedio	LC(cm) promedio	AC (cm) promedio	ET (cm) promedio
600-700	31,45 ±0,75c	24,33 ±0,63c	8,93 ±0,46b	10,48 ±0,41b	3,65 ±0,37a
701-800	32,81 ±0,88b	25,47 ±0,77b	9,15 ±0,29b	10,74 ±0,62b	3,87 ±0,31a
801-950	33,55 ±0,98a	26,42 ±0,27a	9,45 ±0,30a	11,75 ±1,43a	3,85 ±0,31a

Media ± desviación estándar. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a $P < 0,05$
 LT: longitud total; LE: longitud estándar; LC: longitud de cabeza; AC: altura de cabeza; ET: espesor del tronco.

Cuadro 2. Parámetros de peso en cachamas criadas en el estado Zulia.

Intervalo de Peso (g)	PF(g) promedio	PC(g) promedio	PT(g) promedio	PFi(g) promedio	R(g) promedio
600-700	658,56 ±0,99c	539,95 ±20,80c	389,34 ±15,12c	338,56 ±16,46c	276,67 ±31,26c
701-800	751,61 ±0,78b	627,44 ±38,52b	450,16 ±30,64b	397,82 ±22,91b	334,30 ±35,78b
801-950	861,42 ±0,78a	704,56 ±33,10a	503,72 ±36,74a	431,24 ±37,47a	394,06 ±49,18a

Media ± desviación estándar. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a $P < 0,05$
 PF: peso fresco; PC: peso de la canal; PT: peso del tronco; PFi: peso del filete; R: residuos.

Cuadro 3. Efecto de los intervalos de peso en las variables asociadas al rendimiento en canal de cachamas criadas en el estado Zulia.

Intervalo de Peso (g)	%RC	%RFi	%R
600-700	82,47 ±1,88a	52,02 ±2,41a	43,24 ±4,78a
701-800	81,34 ±5,08a	51,74 ±2,57a	43,79 ±4,04a
801-950	81,83 ±2,00a	41,64 ±19,64a	45,72 ±4,98a

Media ± desviación estándar. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas a $P < 0,05$
 %RC: rendimiento de la canal; %RFi: rendimiento del filete; %R: desperdicios.

animal de cabeza grande, ya que presenta una serie opercular bastante desarrollada (Kodaira, 2002), lo que trae como consecuencia, la reducción de la parte comestible. Por lo tanto, las especies con estas características anatómicas, pueden presentar bajos rendimientos de la porción comestible con respecto al peso total y mayor variabilidad al evaluar los rendimientos; quizás por estas razones no se observaron diferencias entre los niveles de pesos estudiados.

Igualmente, el rendimiento en canal para este Serrasálmido se ve influenciado por los equipos utilizados, tamaño de los peces y destrezas del operario, que pueden incidir en las cantidades del músculo separadas de los peces. En tal caso, se han logrado valores mínimos de hasta un 67% (Caraciolo *et al.*, 2001), que son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Fernandes *et al.*, (2010) lograron rendimientos en canal que oscilaron entre 82,6% y 83,3%, en diferentes periodos de cosecha. De acuerdo a los datos obtenidos durante la presente investigación, estos valores no difieren a los reportados por esos autores. No obstante, los autores citados, evaluando diferentes dietas alimenticias encontraron variaciones en los rendimientos en canal, filete y residuos de acuerdo a los tiempos de cosecha, pero con respecto a los niveles proteicos no evidenciaron diferencias numéricamente significativas, a pesar de que peces de mayor tamaño aportaron mayores pesos en canales, filetes y residuos; ésta condición posiblemente influyó en los rendimientos integrales con respecto a los obtenidos en los peces de menor porte, demostrando que las cachamas manifiestan un rendimiento proporcional al aumento de peso.

Lo anterior, enfatiza la versatilidad que presenta *C. macropomum* en la asimilación y transformación de diferentes recursos alimenticios, ya que distintas dietas no repercutieron en los valores de rendimientos exhibidos por la especie. Al respecto, la alimentación de los animales empleados durante el presente ensayo, se basó en alimento expandido lo que permite obtener una mayor digestibilidad de los nutrientes y aprovechamiento de la energía.

Igualmente, los valores del %RC obtenidos, al ser comparadas con especies emparentadas, manifiestan semejanzas. En ese sentido, Mora (2005), obtuvo rendimientos en canal para el morocoto (*Piaractus brachypomus*) que oscilaron entre 80,80% y 86,80%, y entre 85,70% y 87,10% para el cachamoto (*C. macropomum* x *P. brachypomus*). Esta similitud entre especies están dadas por las características intrínsecas de estos peces, que al ser Serrasálmidos, desarrollan una buena masa muscular, favorecida básicamente por el sistema de producción, donde se aportan los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo y crecimiento productivo de estos.

El menor rendimiento del filete (%RFi), de acuerdo a los intervalos de peso establecidos, se encontró en los ejemplares con peso entre 801 y 950 g (41,64%). Los mayores valores se lograron en el intervalo de peso de 600 a 700g (52,02%). Sin embargo, los valores fueron solo relativos, ya que el ANOVA demostró la no existencia de diferencias estadísticas ($P > 0,05$). Ello se pudo deber a la presencia de una mayor preponderancia de la aleta caudal, mayor tamaño de cabeza o disposición de grasa visceral muy común en estas especies, ya que en este intervalo de peso se obtuvieron los mayores desperdicios. De manera similar, este rendimiento también está influenciado por la cavidad abdominal que posee la cachama.

En el procesamiento de filete para su oferta en el mercado local y nacional, esta especie puede presentar una menor aceptación, por la presencia de las espinas intramusculares bifurcadas, que determinan que el fileteado incluya las espinas pleurales; esto es uno de los factores fundamentales para una posible baja aceptación mediante esta presentación comercial; todo ello a pesar de que el filete, es una de las porciones comestibles de mayor demanda por parte de los consumidores, ya que es de fácil preparación y consumo.

Los resultados obtenidos, manifiestan diferencias de acuerdo a los valores alcanzados por Fernandes *et al.*, (2010), quienes lograron un rendimiento que osciló entre 31,5% y 32,6%. Por otra parte, Kubitz (2004b) obtiene filetes de *P. brachypomus* con valores en el rendimiento del 41 %, que son similares a los obtenidos en nuestra experiencia en el intervalo de peso 801 a 950 g (41,64%), pero inferiores a los resultados alcanzados en los intervalos de peso de 701 a 800 g (51,74%), y de 600 a 700g (52,02%), ya que en estos intervalos de peso resultaron superiores, y que pueden estar influenciados por la cavidad abdominal que posee la cachama.

En líneas generales, los resultados obtenidos en las tres categorías de peso, posiblemente estén afectados por la presentación del filete empleada, ya que en la presente experiencia, durante el fileteado se conservó la piel, lo cual puede haber incidido en tales resultados. Generalmente, el peso del filete representa cerca de una tercera parte del peso fresco total (Bello y Gil, 1992), con valores que oscilan entre 41 y 44% (Caraciolo *et al.*, 2001), que pueden incurrir en un menor rendimiento en comparación a la presentación de filetes sin pieles como ocurren en el caso de tilapias, las cuales en su mayoría son ofertadas bajo esta forma.

Adicionalmente, para favorecer su aceptación, sería necesario adecuados programas de divulgación que promuevan el consumo y comercialización. A pesar de que el filete de *C. macropomum* presenta espinas intramusculares, esta presentación puede ser mejorada mediante cortes a nivel del músculo, que enmiendan esta limitante, al eliminar el área muscular donde se ubican las espinas bifurcadas, favoreciendo su aceptación (Caraciolo *et al.*, 2001). No obstante, en esta experiencia, dicho procedimiento no fue realizado, ya que puede reducir

la parte comestible del filete, y por ende se generarían mayores pérdidas. Esta porción eliminada podría ser objeto de separación mecánica para obtener pulpa de cachama. En experiencias de despulpado de *C. macropomum* se ha reportado que peces por debajo de los 750 g, resultan los más convenientes (Cabello *et al.*, 2003). Con estos resultados se tiene la certeza que al emplearse peces más jóvenes se disminuirían los costos de alimentación y el tiempo de cría, abriendo nuevas alternativas para el mercado con esta especie.

Lo anterior puede ser útil al momento de destinarse la producción piscícola a la técnica de fileteado. En tal sentido y a la par de los resultados obtenidos, peces con el intervalo de peso entre 801 y 950 g, mostraron rendimientos menores y generaron mayores cantidades de residuos. Esto también está en consonancia con la mayor distribución de los peces según lo apreciado en el histograma de frecuencia (Figura 1), lo que permitió visualizar, que la mayoría de los ejemplares estaban dentro de los valores que oscilaron entre 675 y 800 g. Por lo tanto el uso de cachamas con pesos cercanos a los 700 g, generarían menores cantidades de desperdicios, al presentar un menor tamaño de las aletas y de la cabeza en proporción al cuerpo; sin embargo, se ha reportado que en peces comprimidos como los Serrasálmidos, debido a la acumulación de grandes cantidades de grasa abdominal en función de su edad, época de cosecha y alimentos utilizados durante el engorde, se pueden originar pérdidas adicionales del rendimiento durante su procesamiento.

Fernandes *et al.*, (2010), encontraron valores de 5,4% al 6,4% en grasa para esta especie. A ello, se le suma que desarrollan además un gran volumen visceral, con pérdidas de hasta 10,4 % por evisceración (Mora *et al.*, 1997). Lo anterior puede estar influido por las condiciones de cautiverio, ya que la restricción en los movimientos de los peces puede favorecer una mayor acumulación de grasa en las vísceras, repercutiendo en los rendimientos finales.

Respecto a la variable %R, se encontró que la menor cantidad se obtuvo con peces en el intervalo de 600 a 700 g (43,24%), y los mayores valores (45,72%) en el intervalo de peso de 801 a 950 g. EL ANOVA mostró que no existieron diferencias estadísticas para los tres intervalos de pesos ($P > 0,05$).

Por tales razones, el beneficio para el procesamiento debe ser realizado en animales jóvenes hasta un

mínimo de un año de edad, lo cual evita la tendencia de acumular una menor proporción tanto de grasa abdominal como de volumen visceral; además los peces de mayor porte presentan aletas más grandes, lo cual también repercute en los valores finales del %RC y %RFi, y por ende generan un mayor %R.

Es importante señalar, que existen recomendaciones que plantean que para el caso del procesamiento, los ejemplares deben oscilar entre 1 y 1,2 kg, considerando los aspectos del mercado a los cuales se orientan las posibles presentaciones (Mora, 2005). Esto implica que los productores de cachama deben destinar más tiempo para lograr estos pesos corporales.

No obstante, se pueden incorporar presentaciones alternativas a las obtenidas durante este trabajo como rodajas y corte de cabeza más espinazo, los cuales pueden ser ofertados para preparaciones en

sopa, ampliando el comercio de productos pesqueros provenientes de la acuicultura de la cachama. Esta última presentación es una realidad a nivel nacional donde existen precedentes de su aceptación en mercados populares (Mora, 2005), y en otros países amazónicos como Brasil (Caraciolo *et al.*, 2001; Kubitza, 2004b).

La relación entre las variables evaluadas mediante el análisis de componentes principales (ACP) se muestra en el Cuadro 4.

En el análisis de componentes principales los dos primeros componentes explicaron el 74,76% de la varianza. En la primera componente (CP1) se explicó el 53,42% y las variables mejor representadas fueron las de longitud y las de peso, fundamentalmente. Sin embargo, en la segunda componente (CP2) que explicó el 21,34%

Cuadro 4. Resultados del ACP y relación entre las variables medidas en cachama criadas en el estado Zulia.

Variable	Componente	
	1	2
LT	0,870	0,019
LE	0,902	0,028
LC	0,733	0,385
AC	0,421	-0,300
ET	0,418	-0,524
PF	0,801	0,101
PC	0,965	0,110
PT	0,921	0,332
PFi	0,909	0,348
R	0,850	-0,416
%RC	-0,226	0,807
%RFi	-0,196	0,875
%R	0,120	0,745
Valor propio (λ)	5,876	2,347
Varianza (%)	53,415	21,340
Varianza total (%)	53,415	74,755

ACP: análisis de componentes principales. LT: longitud total; LE: longitud estándar, LC: longitud de cabeza; AC: altura de cabeza; ET: espesor del tronco. PF: peso fresco; PC: peso de la canal; PT: peso del tronco; PFi: peso del filete; R: residuos. %RC: rendimiento de la canal; %RFi: rendimiento del filete; %R: desperdicios.

de la varianza, las variables asociadas con el rendimiento (%RC, %RFi, %R) y el espesor del tronco (ET) exhibieron la mejor representación. En ambos casos, todas las variables de mejor representación en cada componente, presentaron relaciones positivas entre sí.

El fuerte nexo observado de ET con las variables de rendimiento (%RC, %RFi y %R), posiblemente denota que el área dorsal no ejerce influencia directa según el tamaño corporal de los peces al momento del sacrificio.

Estos resultados en cuanto a la relación positiva entre las variables presentan connotación práctica, si se considera que solamente midiendo una variable asociada a la morfología o al peso es suficiente para estimar la condición corporal de estos animales sin tener que sacrificarlos, facilitando el monitoreo para realizar la cosecha en el momento óptimo al beneficio. Sin embargo, el que todas estas variables se hallan representadas en el componente principal, en el cual se extrajo la mayor variabilidad, denota que las mediciones asociadas al peso y a la longitud de los animales presentaron fluctuaciones importantes inter e intra-tratamientos, lo cual pudiera relacionarse con las características intrínsecas de esta especie y/o a la forma de realizar las evaluaciones.

No obstante, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Rojas-Runjaic *et al.* (2011), quienes evaluando una técnica similar de fileteado en tilapia Chitralada (*Oreochromis niloticus*), lograron en la primera componente (CP1), explicar el 83,27% de la varianza total. A pesar de lo anterior, estos autores observaron una relación negativa entre el rendimiento de la canal con las variables morfológicas y de peso, lo cual fue atribuido a que peces de mayor porte, exhibieron mayor cantidad de residuos. Estas diferencias en el análisis multivariado, aún cuando el experimento se desarrolló en condiciones similares, se evaluaron las mismas variables y se les confirió el mismo tratamiento estadístico a los resultados, quizás se deben a las diferencias metabólicas marcadas y las características morfo-anatómicas diferenciadas que exhiben ambas especies de peces, y que influyen drásticamente en las relaciones entre las variables y su distribución en los componentes formados acorde a su variabilidad intrínseca (Visauta, 1998).

Por otra parte, las variables asociadas al rendimiento y su poca representación en el CP1 (donde se agruparon las variables con mayores fluctuaciones numéricas integrales), denota que independientemente de las características de talla y morfología, el rendimiento en esta especie se encuentra en un intervalo muy estrecho, que podría constituir una característica intrínseca de la cachama dentro de los sistemas de producción.

Por consiguiente, lo anterior aporta ventajas sobre la utilización de la especie como materia prima para su manejo post-cosecha. Estos resultados representan una base fundamental para su aprovechamiento, al disminuir los costos de alimentación y prolongar el periodo de cría sólo hasta alcanzar tamaños adecuados de los peces para su aprovechamiento. A estas consideraciones también llegaron Bello y Gil (1992), favoreciendo adicionalmente un incremento de la producción, debido a la reducción en el tiempo de engorde.

CONCLUSIONES

Las cachamas en el intervalo de peso evaluado (600 a 950 g) exhibieron valores similares respecto a los rendimientos de la canal y del filete.

No se encontraron diferencias en los valores de espesor del tronco (ET), lo que indica que los peces mostraron un desarrollo muscular similar acorde a su crecimiento e independiente de su talla.

La presentación evaluada constituye una alternativa para darle valor agregado de la cachama, que se puede traducir en una mayor aceptación y fácil preparación por parte del consumidor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Laboratorio de Piscicultura de La Universidad del Zulia (LUZ) por la donación de los alevines que fueron engordados para llevar a cabo la presente experiencia. Al Laboratorio de Evaluación de Recursos Pesqueros del INIA-Zulia, por facilitar las condiciones tecnológicas para desarrollar esta investigación.

LITERATURA CITADA

Bello, R. y W. Gil. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. Proyecto

- AQUILA II. FAO. Documento de Campo N° 2. Roma, Italia. 113 p.
- Cabello, A., B. Figuera, M. Martínez y O. Vallenilla. 2003. Optimización del proceso de deshuesado de *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae). X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Resúmenes Ampliados. San José, Costa Rica.
- Caraciolo, M., S. Kruger e F.J. Costa. 2001. Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne de tambaqui. *Panorama da Aqüicultura*, 67: 25-29.
- Fernandes, T., C. Doria e J. Menezes. 2010. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. *Bol. Inst. Pesca*, 36(1):45-52.
- González, J. y B. Heredia, 1998. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). 2ed. FONAIAP. Maracay, Venezuela. 134 p.
- INSOPESCA. 2009. Producción acuícola en Venezuela. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA). Datos no publicados. Caracas, Venezuela.
- Kodaira, M. 2002. Experiencias en la tecnología postcosecha de las especies de pescado cultivadas en Venezuela. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. UNET. San Cristóbal, Venezuela. pp. 42-43.
- Kubitza, F. 2004a. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da Aqüicultura*, 82: 27-39.
- Kubitza, F. 2004b. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Parte 2. *Panorama da Aqüicultura*, 83: 13-23.
- Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro*, 17(3):161-169.
- Mora, J., G. Bereciartu, A. Garrido y N. Torres. 1997. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región Centroccidental de Venezuela. IV Encuentro Nacional de Acuicultura. UNERG. San Juan de Los Morros, Venezuela. pp. 210-226.
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services d'Etudes Statistiques. ITCF. Lusignan, France. 4 p.
- Rojas-Runjaic, B., D.A. Perdomo, D.E. García, M.E. González, Z. Corredor, P. Moratinos y O. Santos. 2011. Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producidas en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 29(1): 113-126.
- Rutten, M.J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 231:113-122.
- Useche, M. 2001. El cultivo de la cachama, manejo y producción. Taller Actualización en Acuicultura. UNET. San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 200 p.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

(Instrucción a los Autores)

Zootecnia Tropical publica cuatro categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas, Trabajos Especiales y Revisiones Bibliográficas.

- a) **Artículo Científico:** es un texto de carácter académico-científico que muestra el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Cubre una extensa variedad de temas relacionados con la investigación e innovación tecnológica en las diversas disciplinas del conocimiento agrícola, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. Se redactan en vocabulario especializado y formal. Estos deberán ser de carácter innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable y temas afines. La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada. El trabajo debe incluir las siguientes secciones:

Estudios con enfoque cuantitativo:	Estudios con enfoque cualitativo:
- Introducción: Problema, justificación y objetivos.	- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.
- Materiales y Métodos	- Metodología
- Resultados y Discusión	- Resultados y Hallazgos
- Conclusiones	- Conclusiones y/o aproximaciones
- Agradecimientos (opcional)	- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.	- Literatura citada.

- b) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas, resultados parciales o detalle de un trabajo que pueden tener algún interés en sí, aún desligados del conjunto de trabajo que se está realizando. Se usa también para adelantar información sobre resultados obtenidos u observaciones efectuadas, acerca de las cuales se informara después detalladamente en artículos, boletines o

informes técnicos; también se aceptan reseñas de libros recientemente publicados. El mismo no deberá exceder de 12 páginas.

- c) **Revisiones Bibliográficas:** son artículos acerca de temas que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.
- d) **Trabajos Especiales:** son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional, donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.

Para publicar trabajos en las revistas científicas del INIA, los usuarios deben cumplir con los siguientes aspectos:

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer*® o en su defecto *Microsoft Office Word*® en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a doble espacio para el texto; para las tablas y referencias Arial tamaño 11.
- c) **Título:** El título será en el idioma correspondiente, con su respectiva traducción en el resumen. Se escribe en letras mayúsculas y minúsculas, debe ser claro y conciso. No debe exceder de

- 20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos u otras especies cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos. No debe exceder de dos líneas sin puntos, exceptuando cuando exista alguna subdivisión del mismo.
- d) **Autor (es) y Afiliación:** Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán números en subíndices para identificar la información del autor o autores tal como: cargo, institución, correo electrónico, dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o siglas entre paréntesis. Igualmente, identificar con un asterisco al autor (es) que fungirá como autor de correspondencia. De manera opcional podrá indicarse alguna aclaratoria sobre la fuente de financiamiento de la investigación y proyecto al cual pertenece.
- e) **Resumen, Abstract o Resumem:** Cada trabajo debe tener un resumen de un párrafo no mayor de 250 palabras, que sea claro y comprensible, en los idiomas correspondientes. Para el caso de estudios con enfoque cuantitativo, se debe indicar de manera sucinta: objetivo (s), el problema, los métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin sobrecargarlos con valores numéricos; para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: el propósito, objeto de estudio, la metodología, resultados y aproximaciones. Las referencias a cuadros, figuras y las abreviaturas no definidas, no son aceptables. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, sin repetirse en el cuerpo del artículo. El idioma del resumen será como se indica a continuación:
-Trabajo en español: resumen en español e inglés (*Abstract*).
-Trabajo en inglés: resumen en inglés (*Abstract*) y español (Resumen).
- Trabajo en portugués: resumen en portugués (Resumem) y español (Resumen).
- f) **Palabras clave:** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos. Las palabras clave deben permitir localizar el trabajo en los índices y bases de datos agrícolas como el Sistema Agris de la FAO. Máximo seis (6) palabras.
- g) **Introducción:** Su contenido debe expresar además de la importancia del tema a tratar, una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. Para estudios de tipo cuantitativo debe presentar claramente el problema, justificación y los objetivos, un objetivo general y máximo tres objetivos específicos. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
- h) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) **o Metodología** (Enfoque cualitativo): Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento o metodología. Para estudios con enfoque cuantitativo, debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas. En investigaciones de campo deberán incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe brevemente conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores sociales y se indica la naturaleza y tipo de la investigación, los informantes

clave, métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información y las técnicas de interpretación de la información y categorización.

- i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
- j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en archivo separado del texto, haciendo alusión a él por primera vez y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. En general, las variables están en filas y los tratamientos en columnas. Sólo la primera letra de la primera palabra en mayúsculas. Todos los cuadros deben ser citados consecutivamente en el texto. El encabezado de columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades que utilizan abreviaturas estándar. Los asteriscos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (*), 0,01 (**) y 0,001 (***) y deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Notas al pie deben utilizarse con moderación y ser concretas. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa *Microsoft Office Word®* o *Microsoft Office Excel®* y no deben ser escaneados.
- k) **Figuras:** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, dibujos o mapas u otra representación. Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Todas las figuras deben ser citadas consecutivamente en el texto. El título debe colocarse en la parte inferior de la figura. Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato JPG o TIFF. En cuanto a los gráficos (líneas, barras, circular, entre otros) se recomienda que sean modificables, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser mejorada en la diagramación de la revista.
- l) **Conclusiones** (Estudios cuantitativos) **y/o Aproximaciones** (Estudios cualitativos). Deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos del trabajo. En el enfoque cualitativo, las aproximaciones no se limitan a exponer resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las estructuras particulares de los objetos de estudios y a la estructura general o estructuras generales, que los integran
- m) **Agradecimientos** (opcional): Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación. El párrafo de esta sección debe ser breve, máximo 10 líneas.
- n) **Literatura citada:** Es responsabilidad del autor asegurarse de que todas las referencias sean correctas. Estas deben ser relevantes para el contenido y todos deben estar citados en el texto. Los elementos que componen la cita bibliográfica son básicamente los siguientes: Autor(es)/Año de publicación/ Título:/subtítulo/(Tipo de medio)/Edición/ Ciudad y país de publicación/Casa editora / Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea/ Descripción física/ Disponibilidad y acceso para los documentos en línea/(Nota de serie).
- o) 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. 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 una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

- p) Las referencias deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Se seguirán las Normas Técnicas del IICA y CATIE y los ejemplos que se dan a continuación:

- *Revista (ya publicada)*

Sanabria D., J. G. Fariñas, 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 (aceptado, pero no publicado)*

Carrillo, V., M. Rodríguez, U. Manrique, D. Vásquez, E. Rivas y J. Fariñas. 2000. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zootecnia Trop.* (En prensa).

- *Suplemento de revista*

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

- *Libros*

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición animal*. Ed. McGraw-Hill, S. A., México. 7ma Ed.

- *Capítulos de libros*

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, Simposia, Reuniones y/o Memorias*

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

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

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una estación experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 93 p.

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. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Venezuela. 33 p.

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

Los documentos electrónicos se tratan como una variante de la publicación impresa tradicional. En forma electrónica se encuentran actualmente monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora u otros. Por tanto se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles: en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas. La fuente de información para el documento electrónico es el documento mismo. Si éste

carece de información, puede ser tomada del recipiente (caja, sobre, otro), sitio web, o material impreso complementario.

Venezian, E. y E. Muchnik. 1994. Structural adjustments and agricultural research in Chile. ISNAR Briefing paper N° 9. Disponible en línea: <http://www.cgiar.org/isnar> [Fecha de consulta].

- *Publicaciones Misceláneas*

Argenti P. y F. Espinoza. 1993. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Pub. FONAIAP (Serie B), Maracay, Venezuela. 20 p.

Para publicar los artículos en las revistas científicas se debe cumplir con las siguientes convenciones tipográficas y estilo:

- a) Título del trabajo en negrilla con la primera letra en mayúscula. Nombres de los autores en minúsculas con mayúsculas las iniciales y sus procedencia en cursiva.
 - b) Los títulos principales de sección (Resumen, Introducción, Materiales y Métodos o Metodología, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada se indican en negrita y colocado en el margen izquierdo. Interlineado en 1.5 y primera letra en mayúscula.
 - c) Los subtítulos en cursiva y sólo la letra inicial en mayúscula. Las dos clases son: (i) cursiva secundarios un puntuado, partidas hombro; (ii) cursiva, texto y puntuado run-on (títulos secundarios).
 - d) La secuencia es siempre (i) a (ii).
 - e) Los Cuadros y Figuras se escriben con las letras C y F en mayúscula.
- f) Abreviaturas: cuando las abreviaturas se definen en el texto, deben ser escritas en mayúscula y negrilla en la primera aparición.
 - g) Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título así como en el resumen, abstract o resumem y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.
 - h) Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilice seguido del símbolo®.
 - i) Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el abstract o resumem y en el cuerpo del artículo.
 - j) Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.
 - k) Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.
 - l) Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.
 - m) La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop. y de Zootecnia Tropical es Zootecnia Trop.
 - n) Los símbolos a usar son:

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Índice de Conversión	IC
<i>Ad libitum</i>	Ad lib.	Kilocalorías	Kcal
Aminoácido	aa	Kilogramo	Kg
Bar	bar	Kilogramo/Hectárea	Kg ha ⁻¹
Bloques Multinutricionales	BM	Kilometro	Km
Centímetro	cm	Litro	l
Consumo de Materia Seca	CMS	Materia Orgánica	MO
Coeficientes de Variación	CV	Materia Seca	MS
Coeficiente de Correlación	r	Metro	m
Coeficiente de Determinación	R ²	Metro Cuadrado	m ²
Decímetro	dm	Metro Cúbico	m ³
Desviación Estándar	DE	Metros Sobre el Nivel del Mar	m.s.n.m.
Diferencia Predicha	DP	Micra	μ
Digestibilidad <i>in vivo</i>	DIV	Micromilímetro	microm
Digestibilidad <i>in vitro</i>	Dlv	Miliequivalentes	Meq por 100g
Energía Digestible	ED	Miligramo	mg
Energía Metabolizable	EM	Mililitros	ml
Error Estándar	EE	Mililitros por Litros	ml/l
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Milímetro	mm
Fibra Ácido Detergente	FAD	Minuto	min
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Número de la Población	N
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Nitrógeno No Proteico	NNO
Grado Absoluto	°abs	Partes por Millón	ppm
Grados Centígrados	°C	Peso al Nacer	PN
Grados Fahrenheit	°F	Peso al Destete	PD
Grados de Libertad	gl	Porcentaje	%
Grado Kelvin	°K	Por Mil	‰
Gramo	g	Probabilidad	P
Gramo por Kilogramo	g kg ⁻¹	Proteína Cruda	PC
Gramos por Litros	g/l - g.l	Segundo	s
Gramo Joule	J	Tonelada	t
Hectárea (s)	ha	Tonelada/Hectárea	t ha ⁻¹
Heredabilidad	h ²	Tonelada Métrica	Tm

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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