



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 28 VOL. 28 No. 3 2010

ZOOTECNIA TROPICAL

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

http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zoindex.htm

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.gov.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)

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Bastidas L., Rea R., De Sousa O., Valle A., Ventura J. y George J.
Comportamiento de cinco variedades de caña de azúcar para rendimiento de forraje
en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela.....303
- Barrios C., Principal J., Sánchez J. y Guédez J.C.
Caracterización físico- química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal..... 313
- Vilaboa J., Bozzi R., Díaz P. y Bazzi L.
Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz,
México..... 321
- Chalate H., Gallardo F, Pérez P., Lang F., Ortega E. y Vilaboa J.
Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos,
México..... 329
- Torres H., P., Nucamendi G., Pintos P. y Montoya J.A.
Masculinización de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae)
por inmersión en Fluoximesterona y Testostesterona enantato..... 341
- Castro A., Medici S., Sarlo E., y Eguaras M.
Agregado de parafina en ceras estampadas y su efecto sobre el labrado de panales y viabilidad
de las crías de *Apis Mellifera*..... 353
- Farfán Ch., Oliveros Y., y De Basilio V.
Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas
en pollos de engorde bajo estrés calórico..... 363
- Barajas R., Cervantes B. J., Velázquez E. A., Romo J. A., Aguirre J., Martínez S. y García D. E.
Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización
de la época fresca y seca..... 375
- Liboria, M., Morales G., Sierra C., Silva I., y Pino L.
Primer hallazgo en Venezuela de huevos de *Schistosoma mansoni* y de otros helmintos
de interés en salud pública, presentes en heces y secreción mucosa del molusco terrestre
Achatina fulica (Bowdich, 1822)..... 383
- Fortes R., Torres R. A, Ribeiro O. P., Schiavetti V. L., Pereira M. M., Teixeira R. B., Yamaki M.
y Sarmiento, J. L.
Evaluación genética del crecimiento de la tilapia de Nilo en condiciones naturales de baja temperatura... 395
- Lopera N. M., Rodríguez M. P., Pereira R., Povh J., Vargas L., Streit D. y Fornari D.
Contribución reproductiva de una progenie de *Brycon orbignyanus* (Cuvier y Valenciennes, 1850)
en el sistema reproductivo seminatural usando marcadores microsatélites..... 403
- Araque C., Delgado A., Armas W., Albornoz A., Espinosa V. y Quijada T.
Márgenes de comercialización del queso artesanal de vaca en unidades de producción familiar
en Totoremo, Venezuela 413

Nota Técnica

- Hernández J. E., Franco F. J., Camacho J. C., Villarreal O. A., Pedraza R. M., Plata F. y Mendoza G. D.
Evaluación de vainas y hojas de árboles forrajeros por la técnica de producción de gas *in vitro*..... 421
- Canizales S., Celemín J., y Mora J.
Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia).... 427

SCIENTIFIC ARTICLES

- Bastidas L., Rea R., De Sousa O., Valle A., Ventura J. and George J.
Performance of five sugarcane varieties for forage yield in the Santa Cruz Valley of Bucaral,
Falcon state, Venezuela..... 303
- Barrios C., Principal J., Sánchez J. and Guédez J.C.
Characterization physicist - chemistry and sensory analysis of an elaborated
Mead of a handcrafted way..... 313
- Vilaboa J., Bozzi R., Díaz P. and Bazzi L.
Body conformation of sheep breeds Pelibuey, Dorper and Kathadin in the state of Veracruz,
Mexico..... 321
- Chalate H., Gallardo F, Pérez P., Lang F., Ortega E. and Vilaboa J.
Characteristics of the dual purpose cattle production system in Morelos, Mexico..... 329
- Torres H., P., Nucamendi G., Pintos P. and Montoya J.A.
Masculinización of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) by immersion in
fluoximesterone and testosterone enanthate..... 341
- Castro A., Medici S., Sarlo E., and Eguaras M.
Effects of Paraffin Incorporation in Beeswax Foundations on Comb-building and Brood Survivorship
in *Apis mellifera* Colonies 353
- Farfán Ch., Oliveros Y., and De Basilio V.
Effect of mineral supplying in water or feed on productive and physiological variables in broiler
under heat stress conditions 363
- Barajas R., Cervantes B. J., Velázquez E. A., Romo J. A., Aguirre J., Martínez S. and García D. E.
Effect of shade on feedlot pen on growth performance of finishing bulls during the dry-cool
season..... 375
- Liboria, M., Morales G., Sierra C., Silva I., and Pino L.
First finding in Venezuela of *Schistosoma mansoni* eggs and other helminths of interest in public
health found in faeces and mucous secretion of the mollusc *Achatina fulica* (Bowdich, 1822)..... 383
- Fortes R., Torres R. A, Ribeiro O. P., Schiavetti V. L., Pereira M. M., Teixeira R. B., Yamaki M. and
Sarmiento, J. L.
Genetic evaluation of Nile tilapia in natural conditions of low temperature..... 395
- Lopera N. M., Rodriguez M. P., Pereira R., Povh J., Vargas L., Streit D. and Fornari D.
Reproductive contribution of a *Brycon orbignyanus* (Cuvier y Valenciennes, 1850) offspring
in the semi-natural reproductive system using microsatellite markers..... 403
- Araque C., Delgado A., Armas W., Albornoza A., Espinosa V. and Quijada T.
Marketing profits of cattle handmade cheese in family production units in Totoremo, Venezuela..... 413

Technical note

- Hernández J.E., Franco F.J., Camacho J.C., Villarreal O.A., Pedraza R.M., Plata F. and Mendoza G. D.
In vitro gas production of leaves and pods of fodder trees from dry tropic using bovine faeces as
inoculums..... 421
- Canizales S., Celemin J., and Mora J.
Diversity and uses of weeds on pastures of livestock farms in the department of Tolima
Colombia)..... 427

Comportamiento de cinco variedades de caña de azúcar para rendimiento de forraje en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela

Luis Bastidas¹, Ramón Rea^{2*}, Orlando De Sousa², Alberto Valle², Jesús Ventura¹ y José George²

¹ Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM), estado Falcón, Venezuela.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) estado Yaracuy, Venezuela, *Correo electrónico: rrea@inia.gob.ve.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el comportamiento de 5 variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp. Híbrido): B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR 61-632, en cuanto a su relación hoja/tallo, la producción de forraje en diferentes edades de corte (4, 8, 12 y 16 meses) y varios ciclos de cosecha, se realizó un experimento en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela. El ensayo fue conducido bajo un diseño experimental en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas. Los análisis estadísticos mostraron valores significativos de la relación hoja/tallo (H:T), en las variedades B80-549, CR74-250 y PR61-632. Los rendimientos más altos en toneladas de la materia verde por hectárea (TMVH), se lograron en B80-549, PR61-632 y CR74-250 y los más altos rendimientos de la materia verde por hectárea año (TMVH año⁻¹), fueron obtenidos a los 12 meses, seguido por el rendimiento a los 8 meses. Esas variedades pudieran ser utilizadas en la sustentación de una alta cantidad de unidades animal por hectárea.

Palabras clave: *Saccharum* spp, híbrido, nutrición animal, producción de forraje.

Performance of five sugarcane varieties for forage yield in the Santa Cruz Valley of Bucaral, Falcon state, Venezuela

ABSTRACT

Five varieties of sugarcane (*Saccharum* sp. Hybrid): B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 and PR 61-632 were evaluated for forage yield and leaf/stem ratio in different cutting ages (4, 8, 12 and 16 months) and harvest cycles at the Santa Cruz Valley of Bucaral, Venezuela. The study was conducted using a randomized block experimental design with split plot arrangement. The statistical analysis showed that the largest values of leaf / stem ratio (L / T) were observed in varieties B80-549, CR74-250 and PR61-632. The highest values of green forage ton per hectare (TMVH) were obtained in B80-549, PR61-632 and CR74-250, and the highest yields in TMVH.year⁻¹ were obtained at 12 months, followed by the performance at 8 months. These varieties could be used in sustaining a high amount of animal units per hectare.

Keywords: *Saccharum* spp hybrid, animal nutrition, forage production.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar en su condición de planta con mecanismo fotosintético C4, es una de las especies vegetales más eficientes en el aprovechamiento de la energía solar, el nitrógeno y el agua, con menor sensibilidad a temperaturas relativamente altas y menor coeficiente de transpiración, lo cual le confiere mayor capacidad productiva de masa vegetal (Bull y Glasziou, 1978; Gómez, 1983; Azcón y Talón, 1993; Zérega y Hernández, 2005).

Tradicionalmente, esta gramínea ha sido cultivada con fines azucareros y/o paneleros, sin embargo, en la actualidad también está siendo aprovechada para la producción con fines de energía, biocombustibles y además con fines pecuarios, constituyendo una alternativa viable para la alimentación animal, como fuente importante de energía y fibra con altas producciones de biomasa por hectárea (Rincón, 2005; Urdaneta, 2004).

Las bondades de la caña de azúcar para ser utilizada en la alimentación animal, ha sido reseñada por diferentes autores (Torreblanca, 1972; Preston, 1988; Le Diep, 1999; Vassallo, 1999; Espinoza, 2000; Valle, 2003a, Vargas *et al.*, 2005), señalando la importancia de este vegetal como fuente de energía y fibra, y su alta capacidad de producción de biomasa por unidad de superficie. En relación a la nutrición animal, Preston (1988), ha mencionado que existen las bases biológicas para poder confiar en la caña de azúcar como reemplazo de los cereales en la alimentación de las principales especies animales en sistemas intensivos.

Esta planta representa la gramínea de mayor potencialidad para producir energía y fibra, aun cuando no esta catalogada como un buen forraje, su elevada producción de fibra por unidad de superficie le permite ocupar un espacio principal como fuente de energía en raciones para los rumiantes (Valle, 2003b). La caña de azúcar puede proveer un valioso forraje durante la temporada seca, por cuanto, presenta la ventaja más importante con relación a otros recursos forrajeros, como lo es el de permanecer en el campo en la época de verano sin perder su valor nutritivo (López *et al.*, 2003; Rodríguez, 2000; Valle, 2004).

Ahora bien, en relación al potencial forrajero de las variedades de caña de azúcar, cabe destacar los resultados obtenidos por Franco (1981) en Cuba, quien

estudió el comportamiento de 7 variedades cosechadas a los 11 meses de edad, donde las variedades My5514 y My54129, resultaron sobresalientes en rendimientos de materia verde por hectárea. En Colombia Mateus *et al.* (1997), realizaron un estudio sobre la producción de 4 variedades de caña de azúcar (EPC48-863, PR1141, CP42-370 y CP72-358), para 4 edades de corte (4, 6, 8 y 12 meses), encontrando rendimientos promedios de forraje de 70,2 toneladas/hectárea/año a los 4 meses, 106,7 a los 6 meses, 108,3 a los 8 meses y 118,15 a los 12 meses. Diferencias en rendimientos y en la calidad del forraje en variedades de caña de azúcar, fueron encontradas por Bastidas y Ventura (2003), en suelos del municipio Miranda del estado Falcón en Venezuela.

Es así, como Venezuela son diversas las zonas donde se cultiva la caña de azúcar (Rincones, 1985; Hernández *et al.*, 2002), siendo una de ellas la zona alta del estado Falcón donde se ha cultivado principalmente con fines paneleros (Borges, 2000), aunque en la actualidad también esta siendo aprovechada para complementar la alimentación del ganado bovino, principalmente durante la época seca (primeros 3 meses del año), cuando disminuye la disponibilidad de los pastizales. Sin embargo, este aprovechamiento se realiza sin que existan registros confiables sobre las variedades utilizadas y los rendimientos en forraje obtenidos. En razón a lo anterior se propuso esta investigación, cuya finalidad es evaluar el potencial forrajero de 5 variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.* Híbrido): B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632, en diferentes edades de corte y ciclos de cosecha, en el Valle de Santa Cruz De Bucaral, estado Falcón, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el período octubre de 2002 – agosto 2005, en la localidad de Santa Cruz de Bucaral, municipio Unión del estado Falcón, República Bolivariana de Venezuela, perteneciente a la zona de vida Bosque Húmedo Premontano. El ensayo se llevó a cabo sobre un suelo Vertic Halaquepts de textura arcillosa y alta capacidad de retención de humedad, con niveles medios a bajos de fósforo (P), potasio (K), materia orgánica (MO) y tendencia a la acidez en la medida que se incrementa la profundidad.

La precipitación promedio anual se encuentra alrededor de 838,2 mm, con 153 mm de evaporación

mensual, temperatura media de 21,1 °C, humedad relativa de 81 % y 400 cal/cm²/día de radiación solar (CVG-PROFORCA, 1999). En la Figura 1, se muestra la variación de los valores mensuales de la precipitación, evaporación y la temperatura ocurridos durante el período del ensayo, observándose que la precipitación varió entre 1,1 y 245,2 mm con 2 picos de máxima precipitación en el año. El primero alrededor del mes de mayo y otro hacia el mes de noviembre, ocurriendo la menor precipitación entre los meses de enero y marzo.

Con respecto a la evaporación, la misma osciló entre 97,6 y 205,3 mm, alcanzando los mayores valores entre febrero y marzo, y los mínimos entre junio y diciembre. Mientras que la temperatura media, vario entre 19,8 y 23,9 °C, con valores máximos entre septiembre y noviembre, y mínimos entre diciembre y marzo.

Se evaluaron 5 cultivares de caña de azúcar: B80-408, B80-459, CR74-250, PR61-632, V71-39, utilizando un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con 3 repeticiones, donde las parcelas principales estaban representadas por los 5 cultivares de caña de azúcar y las parcelas secundarias por 4 edades de cortes (4, 8, 12 y

16 meses). Las parcelas experimentales estaban conformadas por 3 hilos de 10 m de largo separados a 1,5 m. La densidad de siembra fue de 12 yemas por metro lineal, cubriendo los esquejes con una capa de suelo de aproximadamente 3 cm.

El cultivo se realizó bajo la modalidad de secano (sin riego) que es lo usual en la zona y el control de maleza se hizo manualmente. La fertilización se realizó mediante la aplicación de una dosis de NPK (Kg./ha/año) de: 184 Kg. N, 120 Kg. P₂O₅ y 240 Kg K₂O. La misma fue fraccionada de acuerdo al número de cortes (4, 8, 12 y 16 meses), de la manera siguiente: para los tratamientos cosechados cada 4 meses durante 2 años, la dosis requerida fue dividida en 6 partes iguales; para los tratamientos cortados cada 8 meses la dosis fue repartida en 3 partes iguales y para los tratamientos cosechados cada 12 meses y 16 meses, el fertilizante fue fraccionado en 2 partes iguales.

Se realizó el análisis en conjunto o combinado para diferentes ciclos de cosecha, siguiendo la metodología de mediciones repetidas en el tiempo (SAS, 2000), aplicado al análisis de cultivos perennes y semiperennes descrita por Chacín (1998).

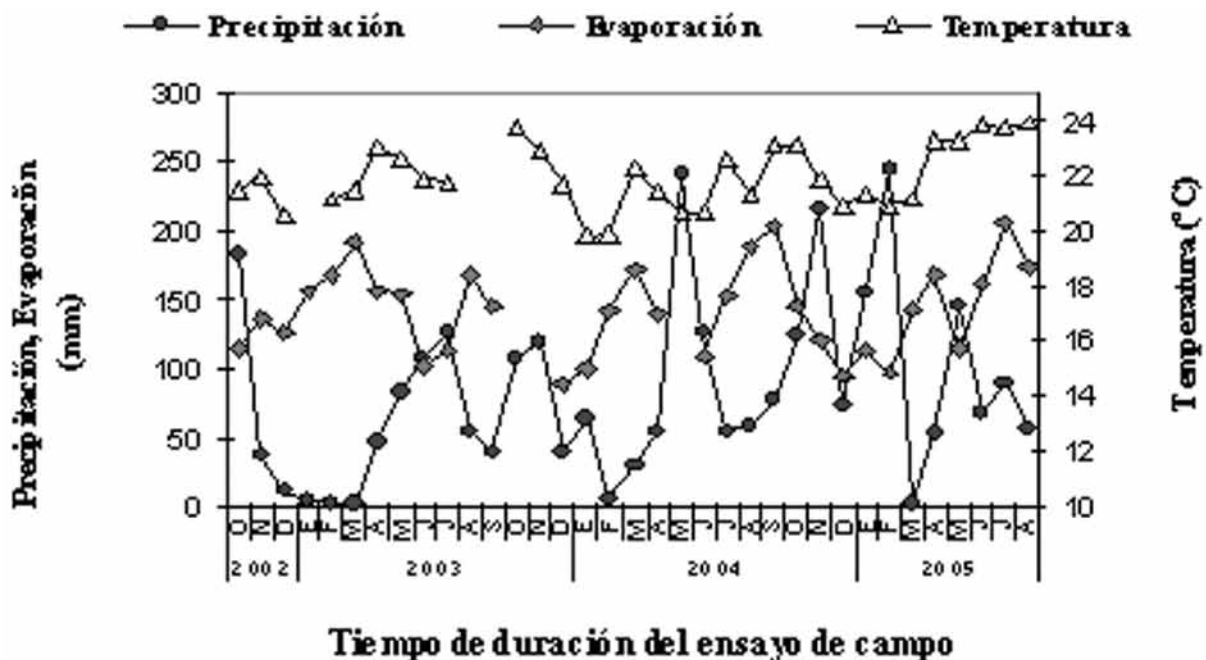


Figura 1. Variación de la precipitación, evaporación y la temperatura en la zona de estudio durante el tiempo de duración del ensayo de campo.

Se evaluaron las variables siguientes: Relación hoja/tallo (H:T), previo al corte para medir el rendimiento por parcela experimental, se relacionó el peso de la porción de hojas de una muestra de 10 plantas con respecto al peso sus tallos a los 8, 12 y 16 meses en plantilla y primera soca.

No se consideró la edad de 4 meses, ya que a esa edad, las cañas mostraban básicamente solo la porción de hojas. El rendimiento en forraje expresado en toneladas de materia verde por hectárea (TMVH), se determinó en plantilla y 5 socas consecutivas en las cañas de 4 meses; en plantilla y 2 socas consecutivas en cañas de 8 meses y en plantilla y primera soca en cañas de 12 meses y 16 meses.

Se cortaron todas las plantas presentes en las parcelas destinadas para tal fin, luego el material (hojas + tallos), fue pesado para obtener el rendimiento por hectárea. El rendimiento en forraje por hectárea año (TMVH año⁻¹), se determinó con los valores promedios de TMVH obtenidos para las edades de cortes de 4, 8, 12 y 16 meses, estandarizando el rendimiento para un

período de crecimiento de un año, es decir, se tomó el valor promedio obtenido en las diferentes cosechas (6 cosechas de 4 meses, 3 cosechas de 8 meses, 2 cosechas de 12 y 16 meses) y se dividió por el número de días correspondiente a su período de crecimiento (120 días para las cosechas de 4 meses, 240 días para las cosechas de 8 meses, 365 días para las cosechas de 12 meses y 480 días para las cosechas de 16 meses), luego estos valores se multiplicaron por 365 días para expresar el rendimiento en TMVH año⁻¹

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación Hoja/Tallo (H:T)

El análisis de varianza para la H:T determinada a los 8, 12 y 16 meses en plantilla y primera soca, mostró diferencias significativas para la soca de 8 meses como se observa en el Cuadro 1, donde las variedades B80-549, CR74-250 y PR61-632, se destacaron con los mayores valores de esta relación (0,64; 0,53 y 0,53), la cual varió entre 0,23 y 0,68 en plantilla y entre 0,21 y 0,64 en la soca.

Cuadro 1. Valores promedios de la relación hoja/tallo (H:T) por edad de corte y ciclo de cosecha.

Ciclo de Cosecha	Variedad	H:T			
		Edad de Corte (meses)			
		8	12	16	Promedio
Plantilla	B80-549	0,68	0,23	0,26	0,39
	CR74-250	0,63	0,33	0,31	0,42
	V71-39	0,48	0,27	0,32	0,36
	B80-408	0,49	0,24	0,28	0,34
	PR61-632	0,53	0,27	0,28	0,36
	Promedio	0,56 a	0,27 b	0,29 b	0,37*
Soca 1	B80-549	0,64 a	0,35	0,22	0,40 ab
	CR74-250	0,53 ab	0,40	0,36	0,43 a
	V71-39	0,40 b	0,27	0,33	0,33 b
	B80-408	0,43 b	0,39	0,21	0,34 ab
	PR61-632	0,53 ab	0,31	0,31	0,38 ab
	Promedio	0,51 a	0,34 b	0,29 b	0,38*

Promedios sin una letra en común difieren significativamente al nivel de $P < 0,05$, según Tukey.

Las separaciones de medias corren horizontalmente en los promedios de edad de corte.

* Se refiere al valor promedio del ciclo de cosecha.

El análisis combinando para los 2 ciclos de cosecha indicó para H:T, que existen diferencias significativas entre las variedades y entre edades de corte (mayor H:T a los 8 meses), estando la respuesta de las variedades afectada por la edad de corte y a su vez la edad de corte es influenciada por el efecto de ciclo de cosecha.

En torno a la relación H:T en caña de azúcar, Franco (1981) en Cuba, encontró valores entre 0,21 y 0,24 para las variedades CP52-43 y My5514, B43-62 y My54129 a los 12 meses. Mientras que Mateus *et al.* (1997), señalan que el porcentaje de hoja y tallo varía con la variedad y la edad del cultivo, permitiendo establecer por variedad la edad más propicia para usarla en la alimentación animal, mostrando valores promedios de esta relación de 0,69 a los 4 meses, 0,64 a los 6 meses, 0,58 a los 8 meses y 0,36 a los 12 meses.

Así mismo, indican que el contenido de proteína es mayor en las hojas que en los tallos, lo que sostiene la importancia de esta relación. También, Bastidas y Ventura (2003) en estudio realizado en el estado Falcón, Venezuela, encontraron una disminución de los valores de esta relación con la edad del cultivo.

Rendimiento forrajero (TMVH) a los cuatro meses (ciclos: plantilla + cinco socas)

El Cuadro 2, muestra el rendimiento forrajero de las variedades determinado a los 4 meses en plantilla

y 5 socas, donde se observa un comportamiento similar entre las variedades en los diferentes ciclos analizados.

No obstante, el análisis en conjunto detectó diferencias altamente significativas entre ciclos, resultando superior el TMVH obtenido en la primera soca, tal como se aprecia en el Cuadro 2.

El rendimiento a los 4 meses resultó superior en la primera soca comparado con la plantilla, esto debido a que durante esta última, el cultivo manifestó un lento desarrollo de la parte aérea, posiblemente porque el mismo debe cumplir con una serie de procesos fisiológicos (germinación, desarrollo de las raíces, absorción de nutrientes y la acumulación de reservas).

Cuando el material fue cortado a los 4 meses, el rebrote emergente (primera soca), posiblemente resultó ampliamente favorecido al disponer de un sistema radical bien desarrollado, con suficientes nutrientes y carbohidratos acumulados en la parte subterránea y posiblemente el punto de crecimiento vegetativo de las plantas no fue eliminado al ser cortadas, causando que el punto apical continuara su desarrollo, ocasionando una rápida aparición de las hojas nuevas que ya estaban formadas (Gillet, 1984), originando el rápido y vigoroso desarrollo vegetativo que fue observado durante la primera soca.

Cuadro 2. Valores promedios del tonelaje de materia verde por hectárea (TMVH) en cañas de cuatro meses durante seis ciclos de cosecha.

Ciclos de cosecha	TMVH					Promedio
	Variedades					
	B80-549	CR74-250	V71-39	B80-408	PR61-632	
Plantilla	12,48	7,560	11,35	12,84	11,72	11,19 d
Soca 1	117,60	106,55	90,58	76,67	107,50	99,78 a
Soca 2	48,89	32,47	36,44	30,34	31,32	35,89 b
Soca 3	25,97	18,36	13,60	14,72	14,19	17,37 cd
Soca 4	35,19	27,41	19,59	24,59	23,00	25,96 bc
Soca 5	33,45	29,38	18,95	18,58	18,99	23,87 bcd
Promedio	45,60	36,96	31,75	29,62	34,45	35,68

Promedios sin una letra en común difieren significativamente al nivel de $P < 0,05$, según Tukey.

Sin embargo, para las socas sucesivas, estas condiciones probablemente fueron muy distintas, ya que el punto de crecimiento apical de las plantas por estar a mayor altura que en el caso de la plantilla, el mismo pudo ser cortado, lo cual origina que el próximo rebrote tenga que provenir de las yemas basales y este crecimiento es más lento.

También, la primera soca resultó beneficiada por una mejor condición hídrica en el suelo, puesto que durante este ciclo, la precipitación caída sobre el ensayo fue mayor que en la plantilla (Figura 1), mostrando como consecuencia los resultados observados desde la segunda hasta la quinta soca.

Rendimiento forrajero a los ocho meses (ciclos: plantilla + dos socas)

El análisis del rendimiento en materia verde (TMVH) determinado cada 8 meses durante 3 ciclos consecutivos, indicó un comportamiento similar entre las variedades. Sin embargo, el análisis combinado para los 3 ciclos detectó diferencias significativas entre ciclos, correspondiendo el mayor rendimiento al ciclo plantilla con una disminución progresiva del TMVH en los siguientes 2 ciclos (soca 1 y 2), como se muestra el Cuadro 3.

Rendimiento forrajero a los 4, 8, 12 y 16 meses (ciclos: plantilla y primera soca).

En el Cuadro 4, se muestra los valores promedios del rendimiento forrajero de las variedades, donde se observa que en plantilla a los 4 meses, la producción

de materia verde por hectárea, varió entre 7,56 y 12,48 TMVH y entre 144,43 y 175,57 TMVH a los 8 meses, mientras que a los 12 meses osciló entre 155,93 y 241,26 TMVH, destacándose los cultivares B80-549, PR61-632 y CR74-250, con tonelajes de 241,26, 215,87 y 212,49 TMVH, respectivamente. Entretanto, a los 16 meses se obtuvo la mayor producción de materia verde por hectárea de todo el experimento, oscilando entre 182,82 y 311,51 TMVH, siendo las variedades B80-549 y PR61-632 las más productivas con rendimientos de 311,51 y 309,51 TMVH, respectivamente.

Para la primera soca el rendimiento varió entre 76,57 y 117,60 TMVH a los 4 meses, entre 87,10 y 120,17 TMVH a los 8 meses y entre 133,44 y 184,84 TMVH a los 12 meses, donde los mayores tonelajes (184,84, 184,51 y 173,88 TMVH) correspondieron a las variedades B80-549, CR74-250 y PR61-632, respectivamente. Mientras que a los 16 meses, sobresalieron PR61-632, CR74-250 y V71-39, con rendimientos de 168,61, 163,77 y 141,14 TMVH, respectivamente.

El análisis combinado para la plantilla y la primera soca indicó, que entre los 2 ciclos de cosecha, existen diferencias entre las variedades y las medias de edad de corte, y a su vez las medias de ciclo son distintas (mayor TMVH en plantilla). También revela este análisis que la respuesta de los cultivares está afectada por la edad de corte y el ciclo de cosecha, además el rendimiento promedio por edad de corte y la interacción variedad x edad de corte, igualmente están afectadas por el efecto de ciclo.

Cuadro 3. Valores promedios del tonelaje de materia verde por hectárea (TMVH) en cañas de ocho meses durante en tres ciclos de cosecha.

Ciclos de cosecha	TMVH					
	Variedades					Promedio
	B80-549	CR74-250	V71-39	B80-408	PR61-632	
Plantilla	175,57	170,77	144,43	144,93	154,1	157,96 a
Soca 1	107,39	106,37	87,10	93,59	120,17	102,92 b
Soca 2	94,96	99,09	71,20	74,38	83,81	84,69 c
Promedio	125,97	125,41	100,91	104,30	119,36	115,19

Promedios sin una letra en común difieren significativamente al nivel de $P < 0,05$, según Tukey.

Cuadro 4. Valores promedios del tonelaje de materia verde por hectárea (TMVH) por edad de corte y ciclo de cosecha.

Ciclo de Cosecha	Variedad	TMVH				
		Edad de Corte (meses)				
		4	8	12	16	Promedio
Plantilla	B80-549	12,48	175,57	241,26 a	311,51 a	185,21 a
	CR74-250	7,56	170,77	212,49 ab	251,13 b	160,49 ab
	V71-39	11,35	144,43	155,93 c	242,48 b	138,55 bc
	B80-408	12,84	144,93	190,41 bc	182,82 c	132,75 c
	PR61-632	11,72	154,10	215,87 ab	309,51 a	172,80 a
	Promedio	11,19 d	157,96 c	203,19 b	259,49 a	157,96 a*
Soca 1	B80-549	117,60	107,39	184,84 a	109,45 b	129,82 abc
	CR74-250	106,55	106,37	184,51 a	163,77 a	140,30 ab
	V71-39	90,58	87,10	133,44 c	141,14 ab	113,07 bc
	B80-408	76,57	93,59	139,47 bc	109,62 b	104,81 c
	PR61-632	107,50	120,17	173,88 ab	168,61 a	142,54 a
	Promedio	99,76 c	102,92 c	163,23 a	138,52 b	126,11 b*

Promedios sin una letra en común difieren significativamente al nivel de $P < 0,05$, según Tukey.

Las separaciones de medias corren horizontalmente en los promedios de edad de corte.

* Se refiere al valor promedio del ciclo de cosecha.

Rendimiento del forraje estandarizado (TMVH. año⁻¹)

Con los valores promedios de TMVH obtenidos para las edades de cortes de 4, 8, 12 y 16 meses que se indican en los cuadros 2, 3 y 4, se estandarizó el rendimiento forrajero de las cañas para un período de crecimiento de un año (según se indicó en la metodología). Observándose a los 4 meses un rendimiento promedio de 35,68 TMVH (Cuadro 2), correspondiéndole a un valor estandarizado de 108,53 TMVH año⁻¹, a los 8 meses con un promedio de 115,19 TMVH (Cuadro 3), le corresponde un valor estandarizado de 175,18 TMVH. año⁻¹, a los 12 meses (Cuadro 4), con rendimiento promedio de 183,21 TMVH ((203,19 + 163,23)/2), presentó un valor estandarizado de 183,21 TMVH año⁻¹.

Por último, a los 16 meses (Cuadro 4) con rendimiento de 199,00 TMVH ((259,49 + 138,52)/2), le corresponden el valor estandarizado de 151,32 TMVH.año⁻¹, tal como se indica en la Figura 2.

En la Figura 2, se puede visualizar que los mejores rendimientos en materia verde por hectárea año de caña de azúcar, se generan entre los 8 y los 12 meses de edad. No obstante, partiendo de un requerimiento de consumo por unidad animal, equivalente a 45 Kg de materia verde/día y una eficiencia de utilización del 80 % del forraje producido (Mateus *et al.*, 1997), se pudiera afirmar que la caña de azúcar cosechada entre los 8 y 12 meses, pudiera sostener una carga animal alrededor de 9 UAH (unidades animal por hectárea), durante todo el año, lo cual concuerda con resultados obtenidos por Mateus *et al.* (1997) y Bastidas y Ventura (2003).

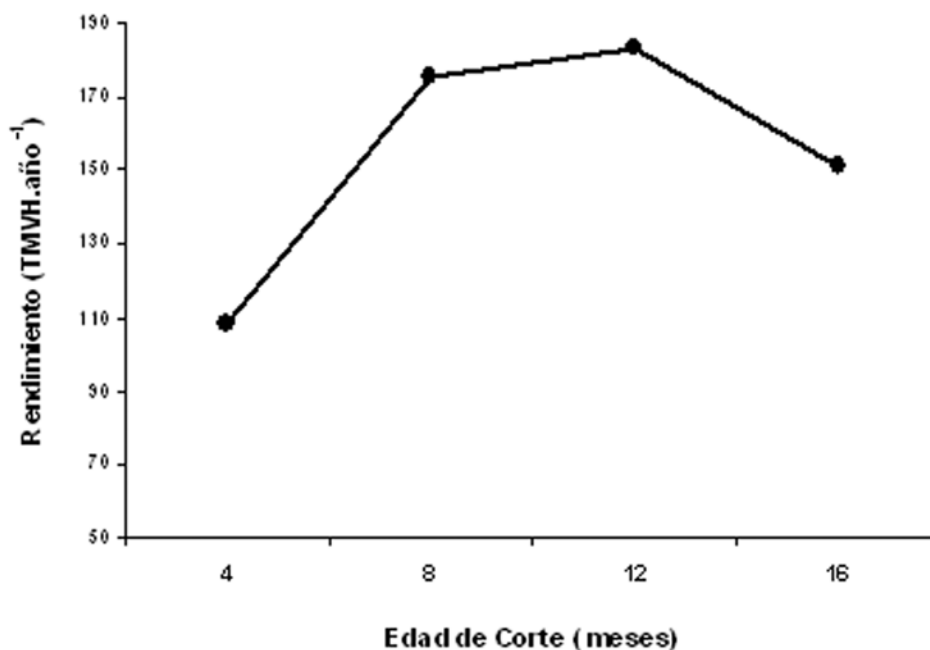


Figura 2. Rendimiento del forraje estandarizado en TMVH.año⁻¹ a los 4, 8, 12 y 16 meses de edad de las cañas.

CONCLUSIONES

Las variedades B80-549, PR61-632 y CR74-250 fueron las que presentaron los mayores rendimientos en TMVH y a su vez se destacaron con la mayor relación H:T.

Los mejores rendimientos TMVH año⁻¹ de caña de azúcar, se generan entre los 8 y los 12 meses de edad en el Valle de Santa Cruz de Bucaral.

La producción de materia verde generada por las variedades estudiadas a las edades de 8 y 12 meses, podrían sostener cargas animales de hasta 9 UAH durante todo el año, evidenciándose el alto potencial forrajero que presenta la caña de azúcar.

RECOMENDACIONES

Para esta zona productiva se recomienda establecer las siembras de la caña de azúcar en los meses de octubre y noviembre (época húmeda), realizando el corte de las cañas entre los 8 y los 12 meses de edad del cultivo con la finalidad de alcanzar los mayores rendimientos en TMVH.año⁻¹.

Debido al incremento del número de explotaciones vacunas en la región, se sugiere iniciar los estudios

tendientes a la obtención de variedades de caña de azúcar exclusivamente para forraje, basándose en todos los caracteres deseables para tal fin; así como realizar estudios de las respuestas relacionadas con la producción animal.

LITERATURA CITADA

- Azcón, B. y M. Talón. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw-Hill- Interamericana de España. Madrid. p. 581.
- Bastidas, L. y J. Ventura. 2003. Evaluación del potencial forrajero de cinco cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp Híbrido) en un vertisol de municipio Miranda del estado Falcón. Trabajo de ascenso. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. p. 101.
- Borges, F. 2000. Propuesta de desarrollo sustentable para la caña panelera bajo el enfoque de cadena agroalimentaria en el Municipio Unión del estado Falcón. Trabajo de grado de Maestría en Gerencia Agrícola. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). p. 132.

- Bull, T. y K. Glasziou. 1978. Sugar cane. Crop Physiology. Great Britain. Cambridge University Press: pp. 51-69.
- Chacín, F. 1998. Una contribución para el análisis estadístico de cultivos perennes y semiperennes. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Alcance 55. p. 337.
- CVG-PROFORCA. 1999. Datos climatológicos de la región de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón. p. 4.
- Espinoza, F. 2000. La caña de azúcar como banco de energía y su uso estratégico en fincas. Carabobo Pecuario, 147: 24-25.
- Franco, R. 1981. Estudio comparativo de variedades de caña para forraje en condiciones de secano. Pastos y Forrajes. Cuba. Tomo 4(2): 157-164.
- Gillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Descripción y funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. p. 355.
- Gomez, F. 1983. Caña de azúcar. Segunda edición. Caracas, Venezuela. p. 661.
- Hernández, E., F. Amaya, V. Galeano, F. Ramírez y R. Cortés. Alternativas tecnológicas para la producción de caña panelera. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA - Táchira, San Cristóbal, Venezuela. p. 94.
- Le Diep, L. 1999. Sugar cane as replacement for guinea grass for growing goats. Goat and Rabbit Research Centre, Son Tay. Hatay Province, Vietnam. 11(5). Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aGa/AGAP/FEEDback/lrrd/lrrd11/bien111.htm>.
- López, I., E. Aranda, J. Ramos y G. Mendoza. 2003. Evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. Cubana de Ciencia Agrícola. La Habana, Cuba. Tomo 37(4): 381-386.
- Mateus, H., D. Hernández y S. Latorre. 1997. La caña forrajera en la alimentación animal. Memorias de II Curso Internacional de Caña panelera y su Agroindustria. CIMPA. Barbosa. Colombia: p. 144 -154.
- Preston, T. R. 1988. La caña de azúcar como base de alimentación pecuaria en el trópico. Memorias del Seminario Taller Sistemas Intensivos para la Producción Animal y Energía Renovable con Recursos Tropicales. C.I.P.A.V. Colombia: p. 41-65.
- Rincon, A. 2005. Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero. Revista Corpoica. 6(2): 60-68
- Rincones, C. 1985. Control de malezas en caña de azúcar en Venezuela. Caña de Azúcar. 3(1): 5 - 20.
- Rodríguez, H. 2000. Alimentación a bajo costo mediante la utilización de caña azúcar y sus subproductos. I Jornadas Nacionales de Actualización en Producción Bovina. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado". Estado Lara. Venezuela: p. 105 - 137.
- SAS. 2000. The SAS System. For Windows. Version 8. SAS Institute inc. Cary. North Carolina. EEUU.
- Torreblanca, I. R. 1972. Derivados de la caña de azúcar y su importancia alimenticia en el ganado venezolano. ACRIVE. Venezuela. Año 1, 1(4): 21-22.
- Urdaneta, J. 2004. Uso de la caña de azúcar y follaje de *Gliricidia sepium* en la producción de leche y ganancias diarias de peso en la época seca. Zootecnia Trop., abr. 2004, vol.22, no.3:221-230.
- Valle, A. 2003a. Complementación jerárquica del valor relativo forrajero para complementos de la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio de Ciencia y Tecnología. INIA-CENIAP. Informe Técnico. Proyecto 02-601-40005-002. p. 22.
- Valle, A. 2003b. Caña de azúcar para la alimentación de rumiantes. 1. Aprovechamiento de la fibra. Carabobo Pecuario. 158: 34- 36.
- Valle, A. 2004b. Caña de azúcar para la alimentación de rumiantes. 3. Fermentación de la caña de azúcar. Carabobo Pecuario. 160: 56- 59.

- Vargas, L., J. Ku-Vera, F. Vargas y S. Medina. 2005. Evaluación de un Sistema ruminal basado en caña de azúcar mediante un modelo dinámico mecanístico. *Interciencia*. 30(7): 424-430.
- Vassallo, M. 1999. Engorde con Caña de Azúcar. Editorial Perfil S.A. http://www.supercampo.uol.com.ar/edicion_0067/nota_01.htm.
- Zérega, L. y T. Hernández. 2005. Caracterización agroecológica de siete localidades con producción de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) en el estado Yaracuy.
- Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. CENIAP HOY. N° 9 septiembre-diciembre. http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n9/arti/zerega_1/arti/zerega_1.htm.

Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal

Carlos Barrios S.^{1*}, Judith Principal¹, José Sánchez² y Juan Carlos Guédez³

¹Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Decanato de Ciencias Veterinarias. Estación de Apicultura.

²UCLA. Instituto de la Uva, estado Lara.

³UCLA. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Tarabana, estado. Lara.*Correo electrónico: cbarrios@ucla.edu.ve.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue caracterizar mediante un análisis físico-químico y sensorial del Hidromiel elaborado de manera artesanal con mieles provenientes de la Estación de Apicultura, subestación Guaremal, perteneciente a la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Municipio Peña, estado Yaracuy, a fin de garantizar la calidad organoléptica y grado de aceptación de este producto. Para apreciar el grado de aceptación del Hidromiel se realizó un análisis sensorial basado en pruebas de preferencias, evaluada por 32 panelistas “no entrenados” a quienes se les presentó un par de las muestras (artesanal y comercial), obteniéndose los siguientes resultados: Grados Baumé ($^{\circ}\text{Be} = 1$), Acidez Total 4,95g/l expresado en ácido tartárico, acidez volátil 0,6 g/l en ácido acético y 10 °GL de contenido de alcohol. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos productos con la prueba de diferencia aplicada ($P= 0,05$), indicando que ambas formulaciones son similares en sus características organolépticas. Los resultados indican que el proceso de fermentación del Hidromiel fue similar al proceso de fermentación alcohólica que ocurre durante la elaboración del vino de uva. La bebida alcohólica formulada a base de miel es factible de competir como un vino de miel comercial disponible en el mercado. Los resultados del análisis estadístico, indicaron una correlación negativa ($r=-0,98$) altamente significativa ($\alpha=0,01$) de los grados Baumé ($^{\circ}\text{B}$) con relación a los días del proceso de fermentación.

Palabras clave: miel, fermentación, levadura, Hidromiel.

Characterization physicist - chemistry and sensory analysis of an elaborated Mead of a handcrafted way

ABSTRACT

The objective of this investigation was to characterize by means of a physical-chemical and sensory analysis the honey-wine elaborated in artisan way with originating honeys of the Station of Beekeeping, Guaremal substation, belonging to the Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Peña Municipality, Yaracuy state, in order to guarantee the organoleptic quality and degree of acceptance of this product. In order to appreciate the degree of acceptance of honey-wine a sensory analysis based on tests of preferences was realized, evaluated by 32 “non trained” panelists to whom were presented a pair of samples (one artisan and one commercial samples). It was obtained the following results: Baumé degree ($^{\circ}\text{Be} = 1$), total acidity 4,95g/l expressed as tartaric acid, volatile acidity 0,6 g/l expressed as a acetic acid and a 10 °GL. There were no statistically significant differences between both products with the test of difference applied ($P= 0,05$), indicating that both formulations are similar in their organoleptic characteristics. The results indicate that the process of fermentation of honey-wine was similar to the process of fermentation that occurs during the elaboration of the grape wine. The formulated alcoholic beverage with honey is feasible to compete as a commercial honey-wine available in the market. The

results of the statistical analysis, indicated a negative correlation ($r = -0,98$) highly significant ($\alpha=0,01$) of °B in relation to the days of the fermentation process.

Keywords: honey, fermentation, yeasts, honey-wine.

INTRODUCCIÓN

Las bebidas fermentadas producidas a partir de cereales son usualmente referidas como cervezas, mientras que las producidas a partir de frutas son clasificadas como vinos, esta última clasificación incluye la fermentación de una gran variedad de alimentos o mezcla de frutas, cereales, leche, savia, melaza de miel, entre otros (Bahiru *et al.*, 2001). Sin embargo, según la Oficina Internacional de la Viña y del Vino (O.I.V.), el vino es una bebida obtenida de la uva mediante la fermentación alcohólica total o parcial de su mosto o zumo, por la acción metabólica de las levaduras que transforman los azúcares del fruto en alcohol etílico y CO₂, sin adición de ninguna sustancia.

El Hidromiel, es una bebida fermentada elaborada a base de miel y agua, es quizás una de las más antiguas, anterior al vino y probablemente, precursora de la cerveza cuyo uso estuvo muy difundido entre los pueblos de la antigüedad. En Europa, fue consumida en forma abundante por los griegos, celtas, sajones y los bárbaros del norte. Los griegos le dieron el nombre de melikatron y los latinos la llamaban agua mulsum (Pederson, 1979). Cuando los romanos invadieron Inglaterra en el siglo I de nuestra era, observaron que el pueblo consumía una bebida elaborada con miel.

En la actualidad, este producto se elabora a escala industrial con gran aceptación y demanda en algunos países del mundo, cabe destacar, que en Venezuela esta bebida se elabora de manera artesanal, destinándose casi exclusivamente al consumo familiar (Principal *et al.*, 2005). El alcohol presente en las bebidas fermentadas elaboradas por algunas comunidades en diferentes regiones del mundo, no sólo sirve para el tratamiento de las deficiencias calóricas en las poblaciones indígenas, sino también como fuente de vitamina B, la cual proviene de los sustratos utilizados durante la elaboración, de la fermentación de las levaduras y de otros microorganismos (Steinkraus, 1983).

La miel está compuesta de carbohidratos, principalmente fructosa y glucosa, vitaminas, minerales y trazas de aminoácidos; esta composición química y calidad organoléptica dependen del origen floral donde las abejas colecten el néctar (Valencia-Barrera *et al.*, 2000). En el caso de elaboración de bebidas fermentadas, la calidad organoléptica de la miel, es un factor determinante en la calidad final del producto elaborado, como lo mencionan los estudios de Vogel y Gobezie (1983), donde se demostró que el sabor y olor final del Hidromiel dependen en general, del clima y de la región del país donde las abejas colectaron el néctar.

El presente estudio se enfoca en la elaboración artesanal de un Hidromiel a partir de la miel proveniente de la Estación de Apicultura, subestación Guaremal, localizada en el municipio Peña, estado Yaracuy, Venezuela. Por lo tanto, esta investigación tiene como propósito caracterizar mediante análisis físico-químico y sensorial el Hidromiel elaborado de manera artesanal para garantizar la calidad organoléptica y determinar el grado de aceptación de la bebida entre los consumidores. Se pretende optimizar los parámetros del proceso de fermentación de la miel a fin de generar otra alternativa de utilización de los productos de la colmena a escala comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la Estación de Apicultura conjuntamente con el Instituto de la Uva de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Núcleo El Tocuyo, estado Lara, Venezuela, localizado a 9° 45' LN, 69° 47' LO a 630 m.s.n.m. y una temperatura anual que oscila entre 20,5 y 31,5 °C. La materia prima (miel), utilizada en los ensayos proviene de la Estación de Apicultura, Sub-estación Guaremal del Decanato de Ciencias Veterinarias.

La miel fue analizada y presentó las siguientes características: 18% de humedad, 65% de azúcar reductores, 5% de sacarosa, 4% de acidez total y 0,5% de minerales. Para realizar el estudio, se colocó la miel obtenida (6 kg) en un recipiente de vidrio con

capacidad para 20 l, donde se realizó la dilución con 16 l de agua destilada estéril, hasta homogeneizar; seguidamente se agregaron las sales minerales y la levadura, tal y como se presentan en los Cuadros 1 y 2, originándose así el proceso de fermentación (Llaguno, 1982).

Durante esta etapa se practicaron los análisis de laboratorio correspondiente a: (Grados Baumé, Acidez Total, Acidez Volátil, Anhídrido Sulfuroso Total, Anhídrido Sulfuroso Libre y Grado Alcohol Probable). Un primer trasiego se realizó a los 8 días de haber iniciado el proceso de fermentación, con la finalidad de eliminar los residuos de las sales y levaduras muertas depositadas en el fondo del recipiente. Al terminar el proceso de fermentación, a los 15 días, se aplicó la Bentonita (20 g), con el objeto de precipitar todos los flóculos existentes en la solución y facilitar la limpieza del Hidromiel.

Posteriormente, se realizó un segundo trasiego para eliminar todas las impurezas precipitadas para finalizar con un filtrado de placa de celulosa, hasta eliminar completamente la turbidez y de esta manera, obtener un hidromiel listo para ser envasado, etiquetado de forma manual y almacenado a temperatura ambiente.

Análisis sensorial

La prueba de diferencia aplicada al Hidromiel, se llevó a cabo en el Laboratorio de Enología, del Instituto de la Uva de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), núcleo El Tocuyo, siguiendo la metodología sugerida por la norma Española UNE 87-005-92 equivalente a la ISO 5495-1983 la cual consiste en aplicar al Hidromiel una prueba de diferencia por parejas con el objeto de detectar las diferencias en los atributos organolépticos entre las muestras analizadas.

Adicionalmente, se adoptó el modelo bilateral para conocer sobre cuál de las muestras se manifestaron las preferencias. Las muestras analizadas con la prueba de diferencia por pareja fueron: el Hidromiel obtenido artesanalmente y un Hidromiel comercial de marca registrada y desarrollada en el mercado nacional el cual tenía las características físico-químicas indicadas en la Cuadro 3.

Preparación de muestras para la prueba

Se tomó la cantidad suficiente, usando una copa de degustación a la cual se le colocó la alícuota correspondiente de acuerdo a la norma Española UNE 87-005-92 equivalente a la ISO 5495-1983.

Cuadro 1. Sales minerales utilizadas en el ensayo.

Nombre	Proporción en g
Sulfato de calcio (yeso)	1,6
Ácido tartárico	8
Fosfato diamónico	3,2
Bitartrato de Potasio	19,2
Cloruro de sodio (sal común)	0,128
Flor de azufre	0,032
Metabisulfito de sodio	1,6

Cuadro 2. Levadura utilizada.

Nombre	Proporción en g
89* Levadura instantánea	1,6

* Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Cuadro 3. Caracterización físico-química del Hidromiel comercial.

Nombre	Grados Baumé (Be)	Acidez Total (g/l) de Ácido Tartárico	Acidez Volátil (g/l) de Ácido Acético	Grado Alcohol °GL
Hidromiel comercial	3,5	3,15	0,72	9,2

Las diversas parejas de las series de degustación fueron preparadas en forma idéntica, es decir, con los mismos aparatos, recipientes y cantidades de productos. La temperatura de las muestras fue la misma en cualquier pareja. Los recipientes de las muestras para el ensayo fueron codificados, usando números de tres cifras escogidos al azar tal y como se reseña en la norma antes señalada.

Técnica de ensayo

Las muestras seleccionadas por pares se presentaron simultáneamente o en forma sucesiva para la evaluación. El orden de presentación fue equilibrado para que las combinaciones AB y BA aparecieran en un número igual de veces y se distribuyeron aleatoriamente entre los degustadores. Varias parejas se presentaron en sucesión, para evitar de esta manera la fatiga sensorial.

Los panelistas respondieron a la siguiente pregunta durante la prueba:

- Prueba de preferencias: de estas dos muestras, ¿Cuál prefiere?

Se utilizó la siguiente posibilidad de técnica:

- De acuerdo con la técnica “elección forzada”, se obligó a los degustadores a indicar, cual muestra prefieren, inclusive si éstos objetan no percibir la diferencia.

Antes de realizar la prueba sensorial se procedió a seleccionar 32 panelistas “no entrenados” de acuerdo a la norma, cuyas edades estaban comprendidas entre 20 y 45 años, y a quienes se les explicó el objeto de la prueba y el diseño de la hoja de datos para su evaluación. De este modo, se procedió a catar el Hidromiel y anotar las respectivas observaciones del producto. Esto se hizo con el propósito de saber cuál de las muestras evaluadas era la más aceptada para determinar su calidad y conocer su factibilidad comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados concernientes a los parámetros del análisis físico-químico obtenidos durante el proceso de elaboración del Hidromiel en forma artesanal se presentan en el Cuadro 4, en la cual se observa que durante el proceso de fermentación de 15 días, las levaduras presentes en el mosto, consumieron la totalidad de los azúcares presentes y lo transformaron en alcohol y CO₂. La adición de la fuente de nitrógeno y de ácido tartárico favoreció la eficacia fermentativa.

Los análisis físico-químicos indicaron que la fermentación del Hidromiel elaborado artesanalmente se inició con 10,4 °B y al final del proceso arrojó los siguientes valores: Grados Baumé (°B = 1), Acidez Total 4,95g/l expresado en ácido tartárico, acidez volátil 0,6g/l representado en ácido acético y 10 °GL, considerados en el rango normal para vinos. Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Alza (2006) quien evaluó la optimización de los parámetros de fermentación de la miel monofloral de ulmo (*Eucryphia cordifolia* cav.), para la obtención de Hidromiel. En ese estudio, se utilizó la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y se reportó una graduación alcohólica entre 10,4 y 12,3° con una acidez total entre 5,0 y 5,3 g/l de ácido tartárico y una acidez volátil entre 0,2 y 0,3 g/l de ácido acético.

La Figura, indica la evolución de los grados Baumé (°B) durante el proceso de fermentación del producto elaborado artesanalmente. El análisis estadístico para estos datos indicó una correlación negativa ($r=-0,98$) altamente significativa ($\alpha=0,01$) de los °B con relación a los días del proceso de fermentación, es decir a medida que transcurren los días, disminuyen los grados °B en el producto, lo cual indica que existe una eficiente transformación del azúcar en alcohol por acción de las levaduras y que este proceso de fermentación del Hidromiel es muy similar al proceso de elaboración del vino obtenido de la uva.

Cuadro 4. Análisis físico-químico del Hidromiel elaborado en forma artesanal con miel de la Estación de Apicultura (UCLA).

Días	Grados BAUME (°B)	Acidez Total (g/l) de Ácido Tartárico	Acidez Volatil (g/l) de Ácido Acético	Anhidrido Sulfuroso (mg/l) SO	Alcohol Probable °GL
1	10,4	--	--	--	--
2	10	1,875	0,12	--	--
3	9,5	2,175	0,3	--	--
4	9,5	1,875	0,24	--	--
5	9,5	1,8	0,24	--	--
6	9,2	3	0,36	--	--
7	8,2	2,925	0,42	--	--
8	5,5	5,1	0,42	166,4	--
9	5	3,75	0,42	--	--
10	4,1	4,95	0,48	--	--
11	3,5	4,8	0,48	--	--
12	3	5,025	0,48	--	7 + 3 = 10
13	2	5,625	0,54	--	--
14	1,5	4,575	0,6	--	--
15	1	4,95	0,6	99,84	9 + 1 = 10

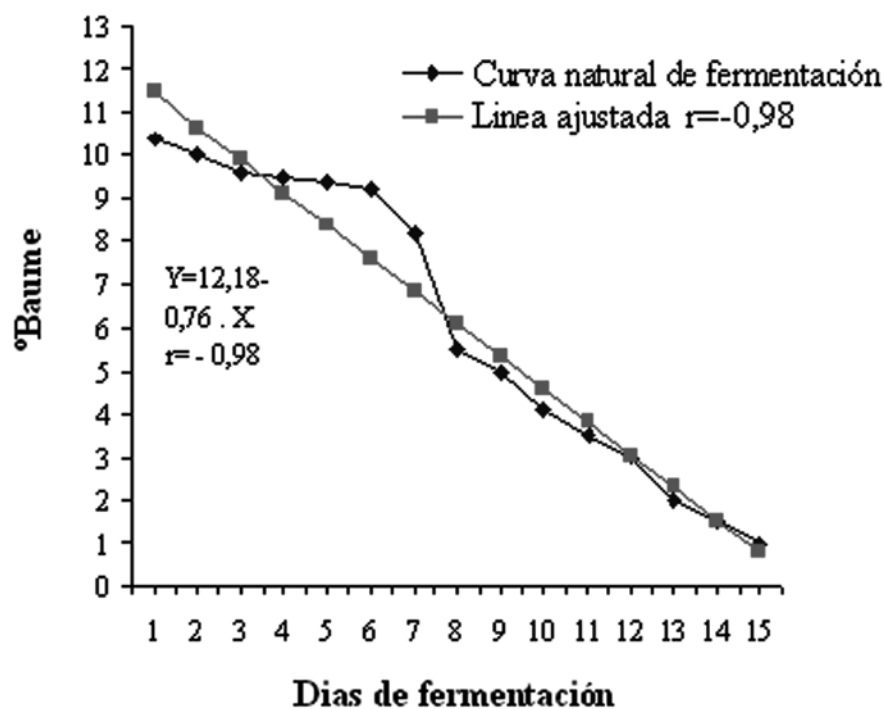


Figura. Evolución de la fermentación del Hidromiel elaborado en forma artesanal con miel de la Estación de Apicultura, subestación Guaremal (UCLA).

En la industria del vino, frecuentemente este producto es caracterizado por catadores profesionales cuyos métodos usados comúnmente en el análisis sensorial requieren un intenso y específico entrenamiento. Sin embargo, otros métodos más espontáneos tales como: los de perfil libre, no requieren sesiones de entrenamiento intensiva (Perrin *et al.*, 2007). Particularmente, en este trabajo se utilizó en el análisis sensorial catadores no entrenados arrojando resultados promisorios que indicaron la confiabilidad en los resultados.

En el Cuadro 5, se presentan los resultados de la prueba de diferencia por pareja aplicadas a un grupo de panelistas “no entrenados” para determinar si existían o no diferencias estadísticamente significativas entre la muestra experimental (Patrón A) y el producto comercial (Patrón B).

De igual manera, en el Cuadro 5 se observa que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos productos ($P=0,05$) en la prueba de diferencia aplicada, indicando que ambas formulaciones son similares en sus características sensoriales. Otras investigaciones evaluadas por jueces no entrenados en base a 16 descriptores, practicadas a 17 vinos comerciales, mostraron una amplia variabilidad en los vinos, identificando 18 compuestos volátiles correlacionados con atributos sensoriales, demostrando que estos métodos son herramientas útiles para mejorar la estandarización de los vinos en las líneas de producción (Sacco *et al.*, 2000).

En los análisis físico-químicos realizados por Teramoto *et al.*, 2006, a un vino de miel elaborado por tribus indígenas en el sureste de Etiopia, se encontró que aunque durante su elaboración utilizaron las mismas levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* utilizadas en este experimento, los niveles

de alcohol y de acidez total, alcanzaron 16,5% y 6,0 respectivamente.

Es decir, resultaron muy altos en comparación con los resultados encontrados en este estudio. Estas diferencias en los parámetros físico-químicos pueden atribuirse en general, a que en esos países utilizan sustratos adicionales durante su elaboración, como las conchas, tallos y raíces de algunas plantas, así como ingredientes herbales secretos, con la finalidad de mejorar su sabor y por consiguiente, su consumo (Okafor, 1972; Fite *et al.*, 1991). En la prueba del análisis sensorial realizada por Teramoto *et al.* (2006), para medir el grado de aceptación del aroma del vino de miel, se determinó, utilizando la prueba organoléptica, resultando que esta bebida indígena goza con buena aceptación entre los panelistas participantes lo cual coincide con el grado de aceptación que se encontró en la prueba de diferencia aplicada en esta investigación.

CONCLUSIONES

Los valores de los parámetros evaluados en el análisis físico-químico practicado al producto elaborado de manera artesanal, resultaron similares a los parámetros obtenidos en el producto comercial. Igualmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de diferencia, el Hidromiel elaborado en forma artesanal resultó similar, desde el punto de vista sensorial, al patrón comercial utilizado en este estudio.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten indicar que la miel proveniente de la Estación de Apicultura, subestación Guaremal del estado Yaracuy, constituye una materia prima de primera calidad para la elaboración artesanal del Hidromiel, ya que la bebida alcohólica obtenida tuvo buena aceptación en el consumidor.

Cuadro 5 Prueba de diferencia por pareja realizadas al Hidromiel artesanal con respecto al producto comercial aplicada a un grupo de panelistas “no entrenados”.

Panelistas (No entrenados)	Característica	Respuesta de los panelistas		Número de juicios necesarios *
		A	B	
32	Diferencia	16	16	22

Para realizar la prueba de diferencia con un $P=0,05$). *De acuerdo al Cuadro 2. Prueba Bidireccional Española UNE 87-005-92 equivalente a la ISO 5495-1983.

LITERATURA CITADA

- Alza, V. 2006. Optimización de los parámetros de fermentación de miel monofloral con *S. cerevisiae* para la obtención de hidromiel. <http://hdl.handle.net/2250/3696>. Consultada: marzo 16,2010.
- Bahiru, B., T. Mehari, and M. Ashenafi. 2001. Chemical and nutritional properties of 'tej', an indigenous Ethiopian honey wine: variations within and between production units. *The Journal of Food Technology in Africa*.
- Fite, A. A. Tadesse, K. Urga, and E. Seyoum: 1991. Methanol fusel oil and ethanol content of some Ethiopian traditional alcoholic beverages. *SINET. Ethiop J. Sci* 14,19-72.
- Kodounis, M. I. 1962 La cristallisation du miel (en griego). Instituto de tecnología de las plantas, Minist. Agric., Atenas, p. 88.
- Llaguno, C. 1982. *Enología temas actuales*. Editorial Anque Madrid. pp. 137-199.
- Norma Española. Análisis sensorial (prueba recomparación por pareja). UNE 87-005-92, equivalente a ISO 5495-1983.
- Oficina Internacional de la Viña y el Vino (O.I.V). <http://www.oiv.int>. Consultada Nov. 12, 2009.
- Okafor, N. 1972. The microbiological basis of a method for palm-wine preservation. *J. Appl. Bacteriol* 43: 159-161.
- Pederson, SC 1979: *Microbiology of Fermentation*. 2nd ed. AVI Publishing Co. Inc. West Port. Connecticut
- Perrin, L., R. Symoneaux, J. Maitre, C. Asselin, F. Jourjon, and J.Pages. 2007. Comparison of conventional profiling by a trained tasting panel and free profiling by wine professionals. *Am. J. Enol. Vitic.* 58(4) 508-517
- Principal, J. R. D'Aubeterre, C. Barrios, y Z. Graterol. 2005. Elaboración de vino de miel (Hidromiel). *Agroservicios*. 6 (12) p. 56-57
- Sacco, A.; A. Mazzaglia, A. Todaro, C. Lanza. 2000. Sensory and physicochemical characterization of Cerasuolo Di Vittoria Red Wine. *Chemical Senses* 25: 429-443.
- Steinkraus K.H. 1983: (ed) *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. Marcel Dekker, Inc. New York.

Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México

Julio Vilaboa Arroniz^{1*}, Riccardo Bozzi², Pablo Díaz Rivera¹ y Letizia Bazzi²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates, Municipio Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. C.P. 91700. * Correo electrónico: jvilaboa@colpos.mx.

² Università degli Studi di Firenze. Dipartimento di Scienze Zootecniche. Via delle Cascine, 5 - 50144 Firenze (FI). Florencia, Italia.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar inferencia sobre la conformación corporal de ovejas Pelibuey, Dorper y Kathadin utilizando variables zoométricas. Se describieron las medidas zoométricas de cada una de las razas, determinándose las diferencias raciales acorde a éstas y se infirió el peso vivo (PV) mediante modelos de regresión en función de las variables corporales. La muestra fue de 276 hembras (34,5 %; 87 Pelibuey, 92 Dorper y 97 Kathadin) en 9 granjas (800 ovinos) del estado de Veracruz. Las medidas zoométricas analizadas fueron: altura a la grupa (AP); altura a la cruz (AC); longitud del tronco (LT); perímetro torácico (PT); circunferencia de la caña (CC); anchura de la cabeza (C); perfil fronto nasal (arco) (PFN); longitud de la oreja (LO); longitud de la grupa (LG); ancho de la grupa (AG); PV y edad (E). El efecto de la raza fue determinante tanto en el PV como en la conformación corporal; encontrándose que la variación entre razas es significativa ($P < 0,05$), siendo la raza Dorper la de mayores dimensiones corporales, seguida de la Kathadin y Pelibuey. Se registro una correlación entre AP y AC (0,79); LT y AG (0,69); LG y el AG (0,68). El modelo que se generó para determinar el PV en función de las medidas zoométricas es: $PV = -91,487 + 0,8282 PT + 0,403 LT + 1,4441 AG + 1,86284 CC$ ($R^2 = 0,85$).

Palabras clave: ovinos, razas, zoometría.

Body conformation of sheep breeds Pelibuey, Dorper and Kathadin in the state of Veracruz, Mexico

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate body conformation on Pelibuey, Dorper and Kathadin sheeps using zoometric variables. Measures of each one of the races and racial differences was determined according to them, live weight was predicted by regression models based on physical variables. Sample was conformed 276 females (34,5%; 87 Pelibuey, 92 Dorper and 97 Kathadin) on nine farms (800 sheeps) of the State of Veracruz. Zoometric measures analyzed were: height at rump (H), height at withers (HW), body length (TL), thoracic perimeter (TP), circumference of the rod (CC), head width (C), fronto profile nose (bow) (NFP), ear length (LO), rump length (LG) and rump width (AG) in addition to body weight (BW) and age (E). The effect of race was decisive both in weight and in body conformation, we found that the variation between races is significant ($P < 0,05$) while the Dorper the bigger, followed Kathadin and Pelibuey. We found a correlation between AP and AC (0,79), LT and AG (0,69), LG and AG (0,68). The model was used to determine the weight according to zoometric measures is: $PV = -91,487 + 0,8282 PT + 0,403 LT + 1,4441 AG + 1,86284 CC$ ($R^2 = 0,85$).

Keywords: sheep conformation breeds, zoometric.

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel nacional en cuanto a inventario (489 mil ovinos) y producción de carne (9.600 toneladas), precedido por los estados de Hidalgo (880 mil ovinos y 12 mil toneladas) y el Estado de México (1.200.000 ovinos y 14.000 toneladas, SAGARPA, 2009), de ahí su importancia como actividad productiva y económica.

En el Estado, al igual que en el trópico, se han manejado distintas razas ovinas acorde al mercado y particularidades de cada zona siendo predominantes las razas de pelo enfocadas a la producción de carne como la Pelibuey y la Blackbelly o Barbados Barriga Negra (BBN), razas maternas-locales (Flamant y Morand-Ferh, 1982; Berumen *et al.*, 2005), que dentro de sus características presentan prolificidad, resistencia y adaptación al medio (Partida, 1998).

En los últimos años se han importado razas como Dorper, Kathadin, Romanov e Ile de France entre otras sintéticas con la finalidad de mejorar la conversión alimenticia, incrementos de peso y rendimientos en canal (Arteaga, 2003; Romano y Martínez, 2003); sin embargo, las características de estas razas han sido poco estudiadas en el trópico (Berumen *et al.*, 2005).

El conocimiento de las razas permite identificar la población animal sobre las que se realizan las operaciones genéticas para un fin productivo determinado (Ortellado *et al.*, 2001), siendo el conjunto de caracteres externos los que constituyen el perfil fenotípico (visible) que definen a una raza determinada (Pavón *et al.*, 1986); la diferenciación de una raza puede ser observada y medida directamente en su fenotipo y estas diferencias permiten jerarquizar las razas con un criterio de adaptación y funcionalidad (Eding y Laval, 1999); existen características fenotípicas que son poco afectadas por el ambiente como la conformación y el tamaño de la cabeza (Alderson, 1992); las distancias fenotípicas son determinadas por el genotipo, el ambiente y su interrelación (Díaz, 2003).

A partir de la reorganización de registros de la Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO), ha aumentado el interés por las características fenotípicas de las razas (Montellano, 2005), así diversas investigaciones realizadas por Pavón *et al.* (1986), Martínez *et al.* (1998), Ortellado *et al.* (2001), Ortiz *et al.* (2000), Herrera *et al.* (2004)

y Romualdo *et al.* (2004), entre otras, se han enfocado al estudio de las características morfológicas en ovinos para definir su estándar racial y mejorar su situación zootécnica mediante la lectura de medidas corporales; estas mediciones específicas (zoometría) permiten determinar la conformación corporal del ovino (Pavón *et al.*, 1986).

En este sentido, se han establecido ocho variables principales relacionadas con la conformación y la aptitud cárnica: altura a la cruz; altura a la grupa; circunferencia de la caña; perímetro torácico; ancho de la grupa; largo de la grupa; ancho de la pierna y largo de la pierna (Ortellado *et al.*, 2001; Montellano, 2005); además, de ser importante la obtención del peso y la edad del ovino; por tanto, en campo, las mediciones tienen que ser en poca cantidad, sencillas de obtener, y ser lo más representativas posibles (Montellano, 2005).

A pesar que los ovinos de pelo constituyen una alternativa viable para las áreas tropicales considerando el potencial productivo y económico que presentan (Díaz, 1999), en el estado de Veracruz se carece de información relacionada a la conformación corporal de ovinos que permita la caracterización morfológica de las razas que se utilizan. Para ello, la zoometría es una útil herramienta que puede determinar las formas y dimensiones de los ovinos mediante mediciones corporales concretas que conlleva a apreciar la aptitud de los animales, identificar a los individuos en un rebaño y conocer la conformación corporal de éstos; además de poder inferir respecto al PV de los mismos. El objetivo del presente estudio fue determinar la conformación corporal y realizar inferencias sobre el peso corporal utilizando medidas zoométricas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una primera fase se contactó a la Asociación Mexicana de Productores de Ovinos (AMCO) afiliada a la Confederación Nacional Ganadera que integra a la mayoría de los ovinocultores de la República Mexicana con la finalidad de cuantificar el número de granjas en el estado de Veracruz y su distribución. Posterior a ello, se contactó a los ovinocultores, a quienes mediante entrevistas se les solicitó información referente: a) tipo de raza en producción (pura o cruza), b) Si era perteneciente a cruza, cuales utiliza y el porcentaje de éstas; c) cantidad de ovejas con edad superior a los dos años

y d) disponibilidad para realizar las mediciones zoométricas correspondientes en sus rebaños.

En total se trabajó en 9 granjas, 3 de cada una de las razas Pelibuey, Dorper y Kathadin. Se encontraron diferentes niveles de cruzamiento entre las diversas razas consideradas. En total se muestrearon 276 hembras mayores de 2 años de edad en las granjas ubicadas en las ciudades de San Rafael (30 PB); Tierra Blanca (27 PB); Macuspana (30 PB); Tolome (30 DP); Perote (32 DP); Xalapa (30 DP); Fortín (36 KT); Medellín (31 KT) y Acayucan (30 KT). En el Cuadro 1, se presentan las principales características climáticas de las localidades donde se encuentran ubicadas las granjas.

Se estimaron 10 medidas zoométricas: altura a la grupa (AP); perfil fronto nasal (arco; PFN); longitud de la oreja (LO); altura a la cruz (AC); longitud del tronco (LT); perímetro torácico (PT); circunferencia de la caña (CC); anchura de la cabeza (C); longitud de la grupa (LG); ancho de la grupa (AG), además de registrarse el PV y edad (E). El PV fue medido en kg, la E en años y las medidas zoométricas (A, AC, LT, PT, CC, C, PFN, LO, LG, AG) en cm. Para medir la variable PV se empleó una báscula de reloj en cada una de las granjas.

La E fue determinada con base en la dentadura de cada una de las hembras muestreadas. Para las

medidas zoométricas se utilizó el “Bastón de Lityhn” y cinta métrica.

Los datos fueron recolectados en los años 2007-2008. Las variables zoométricas presentaron una distribución normal. Las técnicas estadísticas aplicadas fueron medidas de dispersión y tendencia central para describir las medidas corporales, regresión lineal múltiple para establecer el modelo que pudiera inferir el PV con base en las medidas zoométricas y análisis multivariado (componentes principales y canónico discriminante), para determinar las correlación entre variables y diferenciar la variación entre razas. De igual forma, se realizó una prueba No paramétrica (Kruskal-Wallis) para el caso de la E, ya que, los datos obtenidos se alejaban de una distribución de normalidad. Los datos fueron analizados en el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.1 (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la raza Pelibuey, el PV promedio fue de 41,1±5 kg con una E promedio de 4,2±1,5 años. Los rangos de las medidas zoométricas son para la variables C entre 13 y 10 cm; PFN 21 y 16,5 cm; LO entre 13 y 9 cm; AP 73 y 57 cm; AC 74 y 69 cm; para el PT 99 a 66 cm; LT 73,5 a 54,2 cm; la LG 22,5 y 16 cm; AG 21 y 12,5 cm y la circunferencia de la caña (CC) 10 y 7,5 cm.

Cuadro 1. Características climáticas de las localidades donde se ubican las granjas ovinas.

Localidad	Ubicación geográfica (LN/LO)	Clima	
		Temperatura (°C)	Precipitación pluvial (mm)
San Rafael	20° 11', 96° 51'	26	1,700
Tierra Blanca	18°27', 96°21'	34	1,356.5
Macuspana*	17°45', 92°32'	24	3,186
Tolome	19° 17', 96° 26'	25	1,500
Perote	19° 34', 97° 15'	12	493.6
Xalapa	19° 32', 96° 55'	18	1,432
Fortín	18° 54', 97°00'	19	1,832.7
Medellín	19° 03', 96° 09'	25	1,417.8
Acayucan	17° 57', 94° 55'	26	1,107

*Tabasco

Para la raza Kathadin, el PV promedio fue $52,5 \pm 11,5$ kg; con una E promedio de $3,6 \pm 1,2$ años. Los valores mínimos y máximos en cuanto a medidas zoométricas, oscilan para AP entre 76 y 55 cm; para la AC 57,5 y 75,0 cm; el PT de 75 a 101 cm; la LT 60 a 89 cm; la LG 17 y 27 cm; el AC 14 y 23 cm y la CC 9,1 y 12 cm. Para la raza Dorper, el PV promedio fue de $57,8 \pm 8,5$ kg; con una E promedio de $3,4 \pm 1,1$ años. Los valores en cuanto a medidas zoométricas, para la variable AC se encuentra en el rango entre 73 y 59,8 cm; para el AC $12,2 \pm 0,9$; LO 14 y 9,5 cm; PFN 22 y 16,5 cm; PT 100 y 78 cm; la LT $74,5 \pm 4,2$ y la CC $9,8 \pm 0,8$ cm (Cuadro 2).

Las E de las hembras muestreadas (276) presentan un promedio de 3,7 años, siendo la E máxima de 6 años; la raza Dorper presentó mayor corpulencia y PV en la báscula (58 kg) que las razas Kathadin (52 kg) y Pelibuey (41 kg), aunque la Kathadin presentó más altura (66 cm; Cuadro 2). De las variables analizadas, existe una baja correlación entre el PV, la E y la AC pero una alta correlación con el PT y el AG 0,64, la LT y la CC 0,63; y en menor proporción con la LG, el AC y la AC (Cuadro 3).

La raza Dorper es la que presenta mayores valores de PV (58 kg), PT 87 cm, LT (74 cm) y CC (9 cm) pero una menor E (3,4 años); mientras que la raza Kathadin presenta una superior AC (66 cm); por su parte, la raza Pelibuey, registra menores valores en las

medidas zoométricas en comparación con las otras 2 razas analizadas pero una mayor edad (4,2 años; Cuadro 2).

Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple entre las variables PT, LT, AG y CC para determinar el PV de las hembras muestreadas. Acorde a las pruebas de Shapiro-Wilk (0,986) y Kolmogorov-Smirnov (0,081) las observaciones provienen de una población con distribución normal. Se encontró una alta asociación ($P < 0,5$) entre las variables independientes con una alto coeficiente de regresión ($R^2 = 0,85$).

No obstante, no presentó colinearidad entre las variables (< 30) para la ecuación:

$$PV = -91,487 + 0,8282 PT + 0,403 LT + 1,4441 AG + 1,86284 CC \text{ (Figura 1).}$$

En el caso de la E se utilizó la Prueba No Paramétrica de Kruskal-Wallis para conocer si las E provienen de la misma población o de poblaciones idénticas. Se estableció un nivel de significancia de 95% ($\alpha = 0,05$). El estadístico encontrado fue $KW = 29,1$; el cual, se comparó con el valor de Chicuadrado en tablas (5,99); por tanto, rechazándose la hipótesis nula (H_0), es decir, al menos una raza presenta una mediana diferente.

En el análisis de componentes principales (PC) se encontró correlación entre la AP y AC (0,79); LT

Cuadro. 2 Medidas zoométricas de ovejas raza Pelibuey, Kathadin y Dorper.

Variable	Pelibuey	Kathadin	Dorper
Peso Vivo (PV; kg)	$41,13 \pm 5,0$	$52,53 \pm 11,45$	$57,83 \pm 8,5$
Edad (E; años)	$4,2 \pm 1,5$	$3,6 \pm 1,2$	$3,4 \pm 1,1$
Anchura cabeza (C; cm)	$11,3 \pm 0,71$	$11,93 \pm 0,87$	$12,23 \pm 0,9$
Longitud de la oreja (O; cm)	$10,85 \pm 0,90$	$11,57 \pm 0,83$	$11,77 \pm 1,05$
Perfil frontol-nasal (PFN; cm)	$18,94 \pm 1,07$	$19,25 \pm 1,45$	$18,70 \pm 1,40$
Altura de la grupa (A; cm)	$64,55 \pm 3,05$	$66,62 \pm 3,99$	$64,98 \pm 2,36$
Altura a la cruz (AC; cm)	$65,18 \pm 2,77$	$67,14 \pm 3,50$	$65,14 \pm 2,81$
Perímetro torácico (PT; cm)	$81,2 \pm 5,06$	$84,85 \pm 5,87$	$87,78 \pm 5,2$
Longitud del tronco (LT; cm)	$64,05 \pm 3,96$	$73,52 \pm 5,4$	$74,52 \pm 4,2$
Longitud de la grupa (LG; cm)	$19,29 \pm 1,44$	$21,56 \pm 1,97$	$21,65 \pm 1,33$
Ancho de la grupa (AG; cm)	$16,33 \pm 1,38$	$18,38 \pm 2,16$	$19,02 \pm 1,3$
Circunferencia de caña (CC; cm)	$8,74 \pm 0,48$	$9,69 \pm 0,88$	$9,82 \pm 0,81$

Cuadro. 3 Correlación entre las medidas zoométricas (t P>1).

Variables	AC	LT	PT	CC	C	LG	AG	PFN	A	O
AC	1	0,38	0,39	0,43	0,22	0,43	0,34	0,20	0,79	0,09
LT		1	0,54	0,63	0,53	0,64	0,69	-0,04	0,41	0,18
PT			1	0,59	0,39	0,51	0,64	0,14	0,33	0,21
CC				1	0,48	0,48	0,58	0,07	0,40	0,32
C					1	0,38	0,48	-0,09	0,32	0,18
LG						1	0,68	0,10	0,36	0,16
AG							1	-0,07	0,34	0,12
PFN								1	0,09	0,38
AP									1	-0,01
LO										1

AO: altura, PFN: perfil fronto nasal, LO: longitud oreja, AC:altura a la cruz, LT:longitud del tronco, PT:perímetro torácico, CC:circunferencia de caña, C:ancho cabeza, LG: longitud de grupa, AG: ancho de grupa.

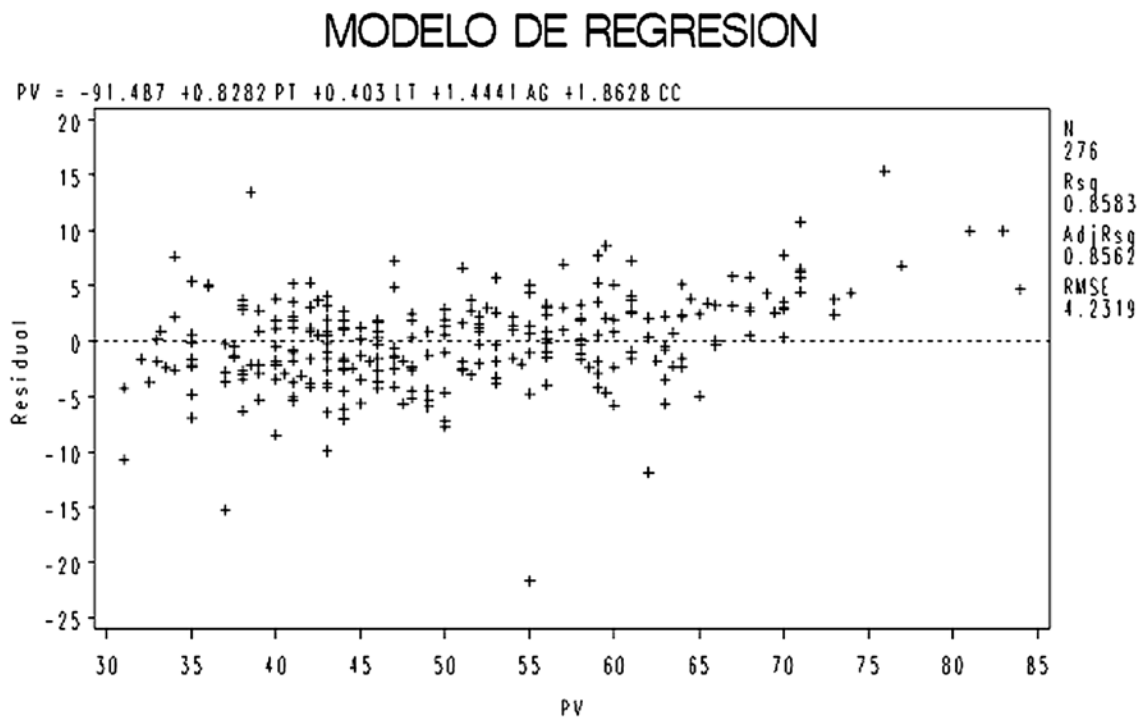


Figura 1. Modelo de regresión para determinar el peso vivo (PV) en función de medidas zoométricas.

y AG (0,69); LG y AG (0,68); LT y CC (0,63) y LG (0,64); PT y CC (0,59); CC y AG (0,58; Cuadro 3). Se generaron 4 CP que en su conjunto explican el 78,7% de la variación total. El PC₁ representa el 44,5% de la información, PC₂ representa el 13,9% y PC₃ 12,7%. Las ecuaciones de estos PC son:

$$PC_1 = 0,3072 AC + 0,3915 LT + 0,3594 PT + 0,3760 CC + 0,3001 C + 0,3640 LG + 0,3847 AG + 0,0535 PFN + 0,2595 AP + 0,1352 LO.$$

$$PC_2 = 0,2010 AC - 0,1639 LT + 0,0352 PT + 0,0373 CC - 0,1976 C - 0,0405 LG - 0,2171 AG + 0,7373 PFN + 0,0671 AP + 0,5426 LO.$$

$$PC_3 = -0,5677 AC + 0,1263 LT + 0,1418 PT + 0,1421 CC + 0,1915 C + 0,0548 LG + 0,1644 AG + 0,0024 PFN - 0,6009 AP + 0,4398 LO.$$

En el PC₁ las variables que adquieren mayor importancia por su correlación son: la LT (0,39), LG (0,36); AG (0,38); PT (0,36) y CC (0,38); la variable más correlacionada con PC₂, fue el PFN (0,74); en PC₃ la variable más correlacionada fue la AP 0,60).

Del análisis canónico discriminante, se generaron 2 variables canónicas las cuales explican el 100% de la diferenciación entre razas (Figura 2). La variación entre razas, fue significativa (P<0,05). El primer valor propio encontrado (2,25) explica el 90,6% de la

variación de los datos obtenidos y el segundo (0,233) el 9,4%. Las variables canónicas se determinan a partir de las siguientes ecuaciones:

$$CC_1 = 0,99PV - 0,99E + 0,23AC - 0,98LT + 0,97PT + 0,99CC - 0,99C + 0,97LG + 0,99AG - 0,18PFN + 0,99LO + 0,44AP.$$

$$CC_2 = -0,05PV - 0,09E + 0,97AC + 0,17LT - 0,21PT + 0,14CC - 0,07C + 0,22LG + 0,02AG - 0,98PFN + 0,05LO + 0,89AP.$$

La variable PV es la variable más correlacionada con la CC₁ y la AC con la CC₂.

Como se observa en la Figura 2. Las razas presentan diferencias significativas entre sí. La primera variable canónica (CC₁), nos permite diferenciar las razas Dorper y Kathadin de la Pelibuey; mientras que la segunda (CC₂), permite diferenciar entre las razas Dorper y la Kathadin; esto a partir de las explotaciones locales estudiadas.

El peso promedio encontrado en las hembras muestreadas, Pelibuey (41,1±5 kg), Kathadin (52,5±11,5kg) y Dorper (57,8±8,5 kg), es superior a lo reportado por Martínez *et al.* (1987), quien registra un peso promedio para las hembras Pelibuey de 31,7±3,7kg.

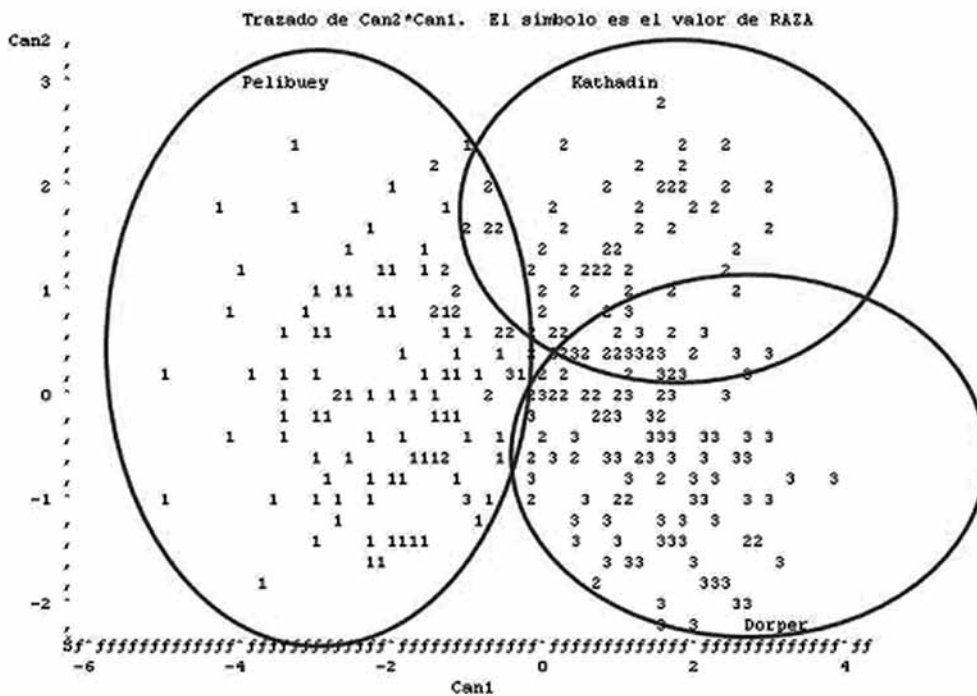


Figura 2. Análisis canónico discriminante de las razas Pelibuey, Kathadin y Dorper.

Este mismo autor reporta un edad de 5,4 años; y en este trabajo se analizaron individuos de menor edad en las 3 razas: Pelibuey (4,2 años), Kathadin (3,6 años) y Dorper (3,4 años); siendo el peso promedio de las 3 razas muestreadas superior y E promedio (3 razas) inferior (3,7 años) a lo observado por Martínez *et al.* (1987); aunque no existe mucha información para las razas Kathadin y Dorper.

Las medias de las medidas zoométricas encontradas, AC (65,2 cm), PT (82 cm), LT (64,0 cm) y CC (8,7 cm), son similares a lo encontrado por Martínez *et al.* (1987), Ortiz *et al.* (1999) y Herrera *et al.*, (2004) quienes reportan una media de AC de 61,2 cm y 60 cm, un PT de 74,9, 68 y 63,3 cm, una LT de 64,2, 65 y 65,5 cm y CC de 7,1cm, respectivamente. Las razas Kathadin y Dorper presentan mayores medidas zoométricas que la Pelibuey. El efecto y/o influencia de la raza fue evidente; hecho que es acorde a lo registrado por Montalvo *et al.* (2001) y Berumen *et al.* (2005), quienes trabajaron con razas Kathadin, Dorper y cruza terminales, respectivamente.

Por su parte, Ortellado *et al.* (2001) encontró en hembras de raza Pampina (1 a 5 años de edad) un peso (71±1,2kg), AC (74±0,3cm) PT (109±0,96cm) y AG (29,7±0,32); datos superiores a las razas Pelibuey, Kathadin y Dorper; pero datos inferiores en cuanto a la AC (8,8±0,1cm) en comparación con estas mismas 3 razas; y valores respecto a la CC (9,4±0,1cm) superiores a la raza Pelibuey (8,74±0,48) pero similares a la razas Kathadin (9,69±0,88) y Dorper (9,8±0,8).

Al respecto, Montellano (2005), quien trabajó con hembras Black Belly (BBN; 1 a 4 años de edad), reporta una AC (66,0±4,3 cm) muy similar a la raza Pelibuey (65,2±2,8 cm) y Dorper (65,1±2,8 cm) pero inferior a la Kathadin (67,1±3,5cm); sin embargo, el PV (35,4±6,5kg), PT (77,7±6,1cm) y CC (7,4±0,6 cm) son inferiores en la raza BBN en comparación a las razas Pelibuey, Kathadin y Dorper.

Igualmente, fue observado por Montellano (2005) y Romualdo *et al.* (2004); existen correlaciones importantes entre el PV y el PT, entre el PV y la AC y entre el PV y el AG. Así el PV es una de las medidas más utilizadas para determinar la conformación corporal de los ovinos, siendo importante la correlación entre las medidas zoométricas para determinarla (Ribiero *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

En ovejas superiores a los dos años de E en el estado de Veracruz, la raza Dorper presenta mayor PV y dimensiones corporales en comparación con las razas Kathadin y Pelibuey, siendo esta última la más liviana y de mayor E. Las hembras de raza Kathadin presentaron un PV y conformación inferior a la Dorper pero superior a la Pelibuey. Así el efecto de la raza es determinante tanto en el PV como en la conformación de las hembras.

AGRADECIMIENTOS

Al Dipartimento di Science Zootechniche della Università degli Studi di Firenze y al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alderson L. 1992. The categorization of types and breeds of cattle in Europe. Archivos de Zootecnia 41 (extra): 325-344.
- Arteaga, D. 2003. La industria ovina en México. Memorias del 1er Simposium Internacional de Ovinos de carne. Hidalgo, México. pp. 72-76.
- Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO). Registros ovinos. <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org>. [Consultado diciembre, 2007].
- Berumen, C., E. Santamaria, J. Morales, G. Vera, 2005. Análisis preliminar de la utilización de razas pesadas de ovinos en cruza terminales para producción de carne en el Estado de Tabasco. **In:** Memorias del IV seminario de Producción de Ovinos en el Trópico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. pp. 93-99.
- Díaz R.P. 1999. Manejo general del rebaño. Producción Sustentable de Ovinos Tropicales. **In:** Torres-Hernández, G. y Díaz-Rivera, P (Editores). Producción sustentable de ovinos tropicales. X Congreso nacional de producción ovina. AMTEO. Veracruz, Veracruz. pp. 83-90.
- Díaz, P. 2003. Caratterizzazione morfologica e genetica delle razze ovine toscane Pomarancina e Garfagnina bianca ritenute in pericolo d'estinzione. Tesi di Dottorato. Dipartimento di

- Scienze Zootecniche, Università degli studi di Firenze. p.36 .
- Eding J.H. and G. Laval, 1999. Measuring genetic uniqueness in livestock. In genebanks and the conservation of far animal genetic resources. pp. 33-58.
- Flamant, C. and P. Morand-Fehr, 1982. Milk production in sheep and goats. **In:** E. COOP (editor), Sheep and goat production. Elsevier, Amsterdam. pp. 275-295.
- Herrera, N., A. Gallegos, F. Arechiga, I. Aguilera, R. Castillo, A. López, 2004. Correlaciones fenotípicas entre medidas corporales y características de crecimiento en seis razas de ovinos. Memoria de la XI Reunión Pecuaria. Mérida. pp. 232-236.
- Martínez, A., R. Bores, y A. Castellanos. 1987. Zoometría y predicción de la composición corporal de la Borrega Pelibuey. Técnica Pecuaria. Vol 25. No. 1. México. pp 72-84.
- Martínez, R., E. Fernández, F. Rumiano, A. Pereyra, 1998. Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollo argentinos. *Zootecnia Trop.*, 16 (2):241-252.
- Montalvo M. P., J. R. Ortiz, A. C. Sierra V. y J. P. Ramón U. 2001. Medidas Corporales comparativas al predestete en razas ovinas de pelo puras y sintéticas. Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México. p. 6.
- Montellano, A. 2005. Selección de reemplazos en el rebaño ovino. **In:** Memorias del IV seminario de Producción de Ovinos en el Trópico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. pp. 52-60.
- Ortellado, R., M. Suárez, J. Gavella, y H. Victor. 2001. Características zoométricas de la raza ovina Pampinta. **In:** Investigación en producción animal 1995-1999. Región subhúmeda y semiárida pampeana N° 71 (35): Instituto Nacional de Tecnología 1ª Agropecuaria. Estación Experimental Anguil. p. 4
- Ortiz, O., C. Pacheco, M. Ojeda, 1999. Tipificación del crecimiento corporal del ovino pelibuey a través de medidas zoométricas. **In:** X Congreso Nacional de Producción Ovina. Veracruz, Veracruz. pp. 224-227
- Ortiz, J., H. Pacheco, M. Ojeda, 2000. Crecimiento corporal de hembras y machos Pelibuey a través de medidas zoométricas. **In:** Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético. Consejo Nacional de Recursos Pecuarios A.C. Chiapas. pp. 201-205.
- Partida, J. 1998. Rendimiento y características de la canal en ovinos de pelo y sus cruza con razas lanares. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). p. 12.
- Pavon, M., T. Lima y A. Ramirez. 1986. Medidas corporales de hembras ovinas. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 12:(2):7-19.
- Ribiero, M., B. Da Silva, E. Pimenta, J. Sereno. 2004. Estudio de las correlaciones entre las características fenotípicas de caprinos naturalizados. *Archivos de Zootecnia* 53 (203): 337-340.
- Romano, J. y L. Martínez. 2003. Adaptación de los ovinos a climas cálidos y productividad. **In:** Fortalecimiento del Sistema Producto Ovinos. Tecnologías para Ovinocultores. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos. p. 53.
- Romualdo, J., A. Sierra, J. Ortiz y J. Hernández. 2004. Caracterización morfométrica del ovino Pelibuey Local en Yucatán, México. *Arch. Lat. De Producción animal* 12 (4):1, pp. 26-31.
- Statistical Analysis System Institute (SAS). 2003. User's Guide Statistics. Cary, North Carolina. (Versión 9.1). p. 646.
- Secretaría de Agricultura Ganadera Pesca y Desarrollo Rural (SAGARPA). 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Población ganadera (ovino). Producción por estados. www.siap.gob.mx. Consultado abril 2009.

Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México

Héctor Chalate-Molina¹, Felipe Gallardo-López¹, Ponciano Pérez-Hernández¹, Fritz Paul Lang-Ovalle², Eusebio Ortega- Jiménez¹ y Julio Vilaboa Arroniz¹

¹Colégio de Postgraduados Programa de Agroecosistemas Tropicales., Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, Veracruz, México. Correo electrónico: charla@colpos.mx.

²Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 195 en Pozo de Ibarra, Santiago Ixcuintla Nayarit, México.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar a la ganadería bovina de doble propósito (DP) en el estado de Morelos, México, de acuerdo a la escala de producción, mano de obra familiar, estructura del ingreso, diferencias en manejo, uso de tecnología y la visión de los productores sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sistema de DP. El estudio contó con la participación de 165 productores. Se aplicó un cuestionario a los mismos y se realizó un taller de planeación estratégica FODA. Los datos fueron analizados mediante un análisis multivariado cluster (dendrograma y k-medias). Lograndose identificar 5 tipos de ganadería bovina de DP en el estado de Morelos, los cuales se denominaron: a) empresarial (E, 7%); b) de transición pecuaria (TP;18%); c) familiar agropecuario (FA; 19%); d) familiar pecuario (FP;21%) y e) de subsistencia pecuario (SP;35%). En general, los productores se caracterizan por tener una edad avanzada y bajo nivel educativo; el principal sistema de manejo utilizado es el semiestabulado, con superficies y hatos pequeños, por lo que diversifican su ingreso con actividades intra y extrafinca. Los productores tipo E y TP tienen mayor ingreso, superficie, mano de obra contratada, infraestructura, equipo y uso de tecnología, en comparación con los productores FA, FP y SP. En conclusión, en el estado de Morelos existen 5 tipos de ganadería bovina de DP, todos con diferencias productivas y tecnológicas, mismas que deben ser consideradas en la ejecución de planes de desarrollo para el sector ganadero.

Palabras clave: bovinos doble propósito, FODA, Morelos.

Characteristics of the dual purpose cattle production system in Morelos, Mexico

ABSTRACT

The objective of the present study was to characterize the dual-purpose (DP) cattle system in the State of Morelos, Mexico, according to the scale of production, use of family work force, income, differences in cattle management, use of technology, and farmers' perception on the strengths, opportunities, weaknesses and threats of the DP system. A total of 165 producers were included in the study. A structured questionnaire was applied to the producers and a SWOT strategic planning workshop. Data were analyzed through a multivariate cluster analysis (dendrogram and k-means). Five types of DP cattle systems were identified in the state of Morelos, which were as follows: 1) business activity (E, 7%), 2) livestock transition (TP, 18%), 3) family agricultural (FA, 19%), 4) family livestock (FP, 21%), and 5) subsistence livestock (SP, 35%). In general, the producers are characterized by an old age and low educational level; the main management system used is semi-drylot, with small areas and herds, so they get their income from both intra and extra farm activities. Producers E and TP have a higher income, a larger land surface, and more hired work force, infrastructure, equipment and use of technology, compared to producers

FA, FP and SP. In conclusion, there are five types of DP cattle systems in the State of Morelos, all of them with productive and technological differences that must be considered on the execution of developmental plans for the livestock sector.

Keywords: dual purpose cattle, FODA, Morelos.

INTRODUCCIÓN

En México la diversidad ecológica y socioeconómica determina la existencia de diferentes tipos de ganadería (CEPAL, 1982; Ortega y Ochoa, 2004). En el marco legal, en particular el artículo 9° de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (DRS), establece que en los programas y acciones se debe reconocer la heterogeneidad socioeconómica y cultural de los productores en función del tamaño de sus unidades de producción, bienes productivos, capacidad de producción para comercializar o el autoconsumo (SAGARPA, 2007).

Una de las actividades del medio rural más diseminadas en México y que no está exenta de la heterogeneidad es la ganadería bovina de doble propósito (DP; Rivas y Holmann, 2002), este sistema basa su alimentación en el pastoreo y utiliza cruza *Bos taurus* x *Bos indicus* para producir leche y carne. Las vacas se ordeñan una vez al día con el apoyo del becerro y éstos son vendidos a los 6-8 meses de edad para producir carne (Osorio y Segura, 2005).

La ganadería de DP se desarrolla en más de 48 millones de ha y concentra 45% del inventario bovino nacional. En el estado de Morelos esta actividad ocupa cerca del 40% de la superficie (4. 959 km²; INEGI,

2005). A nivel nacional el Estado ocupa el lugar 30 y 29 en la producción de carne (10.173 t/año) y leche (18.809 l/año) de bovino, respectivamente, y cuenta con un inventario de 125.644 bovinos (SIAP, 2008).

En Morelos se estima que existen aproximadamente 9,613 productores cuya principal fuente de ingreso es la ganadería, además de 40.000 familias que dependen en algún grado de esta actividad, ya sea, por la ganadería como tal o por su combinación con la agricultura (SEDAGRO, 2004). El promedio de bovinos por productor es de 35, y hay cerca de 4.900 unidades de producción (SEDAGRO, 2004). Según CNIA (1990) y SAGARPA (2003) en Morelos existen 5 tipos de ganadería bovina de DP (Cuadro 1), diferenciados principalmente por su escala de producción, mano de obra utilizada y nivel tecnológico, donde predomina la ganadería tipo I.

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron: a) conocer los tipos de ganadería bovina de DP según su escala de producción, uso de mano de obra familiar y origen del ingreso, manejo y uso de tecnología, y b) conocer la visión de los productores de bovinos de DP sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de este sistema de producción ganadera, en el estado de Morelos, México.

Cuadro 1. Tipos y características de los productores de ganado DP en el estado de Morelos (SAGARPA, 2003).

Tipo de ganadería DP	Características
I	Subsistencia, nula infraestructura, baja producción.
II	Diversifica con maíz, ganadería traspatio, poca infraestructura y producción.
III	Ganadería extensiva, infraestructura media.
IV	Combinan la actividad con agricultura, sistemas semitecnificado.
V	Productores agroindustriales, sistemas semitecnificados, más de 70 bovinos por productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó bajo un enfoque metodológico mixto, aplicando una encuesta como una técnica cuantitativa y como técnica cualitativa un taller participativo.

Descripción de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en el estado de Morelos, México, localizado a 18° 22' y 19° 07' Latitud Norte y 98° 30' y 99° 37' Longitud Oeste, al Sur del Trópico de Cáncer, en una superficie territorial de 4,959 km², con altitud de 1,480 m.s.n.m. y temperatura promedio anual de 22,2° C.

Diseño y tamaño de la encuesta

Para obtener el tamaño de la muestra se consideró como marco muestral a 8.490 productores de bovinos de DP inscritos en el censo ganadero (SEDAGRO, 2004) del estado de Morelos, y como variable asociada, el número de cabezas de ganado por productor. Por la alta heterogeneidad de esta última variable (C.V.=113%), se procedió a estratificar a los productores de acuerdo al número de animales, y a cada estrato se le aplicó la ecuación de muestreo aleatorio simple (Scheaffer *et al.*, 1987). Se consideró una disposición de error del 10% con respecto al promedio de cabezas de ganado de cada estrato. Así, se seleccionó de manera aleatoria a 165 productores de todo el Estado, quienes fueron entrevistados en su rancho o domicilio particular, utilizando un cuestionario.

Entrevista

El instrumento de evaluación para obtener la información de los productores fue un cuestionario semiestructurado constituido de preguntas abiertas y cerradas relacionadas con los aspectos socioeconómicos y tecnológicos de cada hato, para identificar la escala de producción, mano de obra utilizada y estructura del ingreso, así como preguntas para determinar la percepción de los productores sobre las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sistema bovino de DP. Las variables analizadas fueron edad y escolaridad (años), número de integrantes de la familia, superficie total y superficie agrícola (ha), jornales utilizados al año, número de bovinos por productor, e ingreso anual total, agropecuario, extra finca, pecuario y agrícola (%).

Análisis cuantitativo

Los datos de los cuestionarios fueron analizados con el programa Statistica, 6 (StatSoft, 2003). Se obtuvieron estadísticas descriptivas, y para conocer los diferentes tipos de ganadería se empleó un análisis multivariado cluster (dendograma), utilizándose las distancias euclidianas y el algoritmo de ligamiento complejo que mostró las tendencias de agrupación de la población de acuerdo a las variables superficie por productor (ha), jornales familiares (%), ingreso total familiar (\$), ingreso agropecuario (%), producción pecuaria (%), venta pecuaria (%), venta agrícola (%) y venta agropecuaria (%).

Se contrastaron las diferencias entre los grupos de productores resultantes con relación al conocimiento, uso de las técnicas de manejo y producción de la ganadería bovina DP, y se realizaron estadísticas de distribución y frecuencia según las variables analizadas. Después de identificar a los 5 grupos tipos de ganadería se utilizó la técnica multivariada de k-medias para identificar a los integrantes de cada uno. Para comparar las medias entre grupos de acuerdo a las variables analizadas, fue aplicado un análisis de varianza y prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Diseño y aplicación del taller de planeación estratégica

Para conocer la visión de los productores y de otros actores involucrados en el sector ganadero estatal sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la ganadería bovina de DP, se realizó un taller participativo con 30 productores, 15 técnicos pecuarios, 10 investigadores, 8 representantes del gobierno, 8 comercializadores y 8 procesadores. La mecánica de trabajo consistió en agrupar a los participantes en mesas de trabajo para analizar el ambiente interno (fortalezas y debilidades) y externo (oportunidades y amenazas) de la ganadería bovina de DP en Morelos.

La información obtenida se anotó en hojas de rotafolio colocadas en un lugar visible para ser calificada por los integrantes de cada mesa de trabajo con la finalidad de validarla y priorizarla. Se hizo un cruce de estos resultados con las respuestas que dieron los productores en la encuesta sobre los mismos tópicos (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la ganadería de doble propósito en Morelos

En Morelos, la ganadería bovina de DP se caracteriza por manejar principalmente el sistema semi-estabulado con superficies y hatos pequeños. En el presente estudio, los productores tuvieron una edad promedio de 52 años, similar a lo reportado a nivel nacional (INEGI, 2005) y en países latinoamericanos donde se desarrolla la ganadería de DP como Chile (Guardan y Lerdón, 1999), Colombia (Espinoza *et al.*, 2007) y Venezuela (Paez y Jiménez, 2000).

La escolaridad promedio de los productores es de 6 años, inferior con respecto a la media nacional (8,1 años; INEGI, 2005). El 59 % de los productores tiene menos de 5 ha y tiene en promedio 45 ± 33 bovinos; esta alta densidad ($8,3$ bovinos ha^{-1}) se debe a que el 63% de los productores utiliza un sistema semi-estabulado.

La alimentación del ganado se basa en el pastoreo de gramas nativas y el suministro de rastrojo de maíz y caña de azúcar. Estos datos son diferentes a los reportados por Vilaboa y Díaz (2009), en Veracruz, México, donde el productor cuenta en promedio con 40 ha y 50 bovinos y tiene como principal sistema de alimentación el pastoreo extensivo.

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio, los ganaderos de DP de Morelos emplean 608 jornales por año ($1,8$ jornales $día^{-1}$) y la mano de obra familiar es la más utilizada, lo cual coincide con lo reportado por Páez y Jiménez (2000) y por Vilaboa y Díaz (2009). Además, el ingreso económico en las unidades de producción es diversificado, ya que 56 % de los productores tiene trabajo extra-finca, similar a lo indicado por Rivas y Holmann (2002) en el estado de Veracruz, México.

El ingreso total (actividad agropecuaria y extra finca) de los productores de bovinos de DP de Morelos resulta insuficiente para mantener a la familia, que en promedio consta de cinco miembros, de los cuales cuatro dependen económicamente del productor. Así, para mejorar sus condiciones de vida el productor se emplea en otras actividades del sector agropecuario o urbano (Mondragón, 2005). Al respecto, 83% de los productores participantes tienen actividades extra finca, mismas que representa el 15% del ingreso

total. Sin embargo, el principal ingreso proviene de actividades agropecuarias 85%, dentro de las cuales la ganadería de DP aporta el 70%, y el 15% restante proviene de actividades agrícolas (Cuadro 2).

En el presente estudio se identificaron 5 tipos de ganadería bovina de DP en el estado de Morelos: a) empresarial (E, 7%); b) de transición pecuaria (TP, 18%); c) familiar agropecuario (FA, 19%); d) familiar pecuario (FP, 21%); y e) de subsistencia pecuario (SP; 35%; Cuadro 3).

La ganadería de tipo E se enfoca en abastecer el mercado, y presenta mejores condiciones socioeconómicas y tecnológicas en comparación con la ganadería SP, cuyas actividades se enfocan al ahorro familiar.

Al mismo tiempo, la ganadería E basan su actividad en la ganadería bovina y no diversifican su producción con agricultura; utilizan sistemas semi-estabulados, sus instalaciones se encuentran semi-tecnificadas, cuentan con más de 150 bovinos en una superficie de 18,3 ha, y la mano de obra utilizada corresponde en un 54% a la familiar, por lo cual este tipo de productor es el que utiliza más mano de obra contratada. Además, conocen las instituciones y los tipos de apoyos existentes para la actividad ganadera. Los ingresos promedio son alrededor de \$500.000 anuales.

Ahora bien, la ganadería bovina de TP diversifica la actividad ganadera con la agrícola; cuentan con máximo 60 cabezas de ganado bovino en una superficie promedio de 14,3 ha, utilizan 79 % mano de obra familiar, y tienen un ingreso promedio anual de \$275.000. La ganadería FA realizan actividades ganaderas y agrícolas, cuentan con 30 a 50 cabezas de ganado bovino en una superficie promedio de 5 ha; tienen poca infraestructura y equipo, compran forraje para alimentar al ganado, procesan pequeñas cantidades de leche, y el 88% de la mano de obra usada es familiar. Su ingreso promedio anual es de \$161.000.

La ganadería FP maneja principalmente el sistema semi-estabulado, tiene 15 a 30 cabezas de ganado bovino y una superficie promedio de 5,9 ha y cuentan con ciertas instalaciones; además, siembran maíz y sorgo para el autoconsumo y alimentación del ganado, y un 94% de la mano de obra es familiar. Su ingreso promedio anual es de \$93.000.

Cuadro 2. Características socioeconómicas de los ganaderos doble propósito en el estado de Morelos.

Variable	Media
Edad (años)	52±12
Escolaridad (años)	6±4
Integrantes de familia (número)	4±2
Superficie total (ha)	8.8±7
Superficie agrícola (ha)	5,3±3,9
Jornales por año (número)	609±317
Bovinos por productor (número)	45±33
Ingreso total por año (\$)	147,306±136,765
Ingreso agropecuario por año (\$)	138,017±135,443
Ingreso pecuario al año (\$)	108,851±94,744
Ingreso agrícola al año (\$)	57,611±40,700
Ingreso extra finca por año (\$)	17,050±11,863

La ganadería de SP enfocan su producción principalmente al autoconsumo, cuentan con uno a 15 cabezas de ganado bovino en una superficie de 3,4 ha en promedio, la aplicación de tecnología e infraestructura es mínima para la producción, y utilizan un 94% de mano de obra familiar. Su ingreso promedio anual es de \$35.000 (Cuadro 3).

La ganadería E y TP desarrollan sus actividades principalmente en los sistemas semi-estabulado y extensivo; mientras que la ganadería FA, FP y SP utilizan el semiestabulado y estabulado; este último se utiliza por la reducida superficie disponible por productor, lo que los obliga a tener a los bovinos en confinamiento y a comprar forraje en la época de estiaje.

La infraestructura más utilizada para el manejo del ganado incluye corrales, comederos y bebederos, y con menor frecuencia sombreaderos, bodegas, pozos artesanales y saladeros. El equipo más utilizado por la ganadería E son las picadoras de forraje y en menor proporción los implementos agrícolas, ordeñadoras y equipo de inseminación artificial, con una tendencia menor de uso por la ganadería TP, FA, FP y SP. De igual forma, el uso de registros de producción, económicos y reproductivos, trasplante de embriones y programas de empadre son más utilizados por la ganadería E.

La conservación de forraje (henificado, ensilado y conservación en pie) es realizada por los cinco tipos de ganadería. El 94% de la ganadería E utiliza concentrados para la alimentación animal, mientras que en el caso de la ganadería SP es solo el 16%. El 42 % de la ganadería E conocen las instituciones de fomento y apoyo a la actividad ganadera (SEDAGRO, FIRA, SAGARPA, FONAES, Financiera Rural, Fundación Produce, entre otras) comparado con 11 y 7% de la ganadería FP y SP, respectivamente (Cuadro 4).

Estos últimos consideran que existe poca difusión de los programas de apoyo federal, estatal y municipal, y escaso contacto con las personas involucradas en el fomento de la actividad agropecuaria, lo cual dificulta la solicitud apoyos gubernamentales.

El porcentaje de productores que conocen y están inscritos en las campañas zoonosanitarias vigentes en el país (Brucelosis, Tuberculosis, Rabia Paralítica y control de Garrapata) difiere según el tipo de ganadería, pues la ganadería E, TP, FA y FP tienen mayor conocimiento y participan más en dichas campañas, en comparación con la ganadería de SP. El control de parásitos externos e internos es una actividad practicada por la mayoría de las ganaderías (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características de la ganadería bovina de doble propósito en el estado de Morelos.

Indicador/Ganadería	E (n = 12)	TP (n = 29)	FA (n = 31)	FP (n = 35)	SP (n = 58)
Superficie (ha)	18,3±12,5 a	14,3±12,7 a	5±3,9 b	5,9±5,5 b	3,4±2,9 b
Jornales familiares (%)	54,3±34,4 c	79,2±26,7 b	88,2±24,7 ab	94±12,1 a	94±16,7 a
Ingreso total (\$)*	499,6±121,1 a	275,7±45,0 b	161,5±23,0 c	93,1±18,1 d	35,3±17,6 e
Ingreso agropecuario (%)	99,8±0,9 a	94,9±7,25 a	88,8±13,42 a	83,7±20,4 ab	74,6±31,68 b
Producción pecuaria (%)	79,2±17,4 a	62,6±27,3 a	65,9±25,36 a	79,6±23,3 a	64,7±32,7 a
Venta pecuaria (%)	97,7±2,1 a	94,8±18,3 a	96,5±5,39 a	93,3±16,7 a	75,7±38,8 b
Venta agrícola (%)	22,5±20,4 bc	45,5±42,9 ab	52,7±41,89 a	35,68±17,5 c	29,4±14,2 c
Venta agropecuaria (%)	83,0±14,3 a	86,9±12,9 a	89,9±10,4 a	84,6±18,2 a	62,7±33,6 b

*miles de pesos. E: empresarial; TP: Transición pecuaria; FA: Familiar agropecuario; FP: Familiar pecuario; SP: Subsistencia pecuario. Media ± Desviación estándar. (Tukey; P<0,05).

Al respecto, Lacki (1995) menciona que se requiere proporcionar a los productores conocimientos y desarrollar sus habilidades, destrezas y actitudes para solucionar sus problemas con menor dependencia de decisiones y recursos externos.

Los tipos de ganadería bovina de DP encontrados en el presente estudio coinciden con la tipología de productores propuesta por la Secretaría de Ganadería Federal para el estado de Morelos (SAGARPA, 2003; SEDAGRO, 2004); sin embargo, difieren en estructura del ingreso, nivel tecnológico y tipo de mano de obra utilizada. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Murgueitio, (1992), en Colombia y Vilaboa y Díaz (2009), en Veracruz, México, pues dentro del mismo enfoque de ganadería bovina de DP se encuentran diversos grupos con características particulares.

La ganadería bovina de DP en Morelos se caracteriza por la existencia de un pequeño grupo del tipo E (n = 12) con alta producción, hasta un grupo mayoritario del tipo SP (n = 58) con baja producción, y entre éstos, los tipos TP (n = 29), FP (n = 35) y FA (n = 31). Lo anterior es importante a considerarse en programas de fomento agropecuario y transferencia de tecnología en virtud de la heterogeneidad existente en la misma ganadería de DP.

Los datos encontrados coinciden con lo reportado por Shaner *et al.* (1982), en Estado Unidos, Murgueitio (1992) en Colombia, Espinosa *et al.* (2000), en Tabasco y Gallardo *et al.* (2002) en Veracruz, México, y Páez *et al.* (2003), en Venezuela, con respecto a que dentro de la misma ganadería de DP existen diferentes finalidades de producción que van desde la empresarial, enfocada a satisfacer las necesidades del mercado, hasta las de subsistencia, enfocadas al ahorro o inversión familiar.

Al respecto, Paredes *et al.* (2003), mencionan la necesidad de estudiar con mayor profundidad la variabilidad y estructura de la ganadería bovina de DP, para mejorar la eficiencia productiva mediante la asistencia técnica e investigación aplicada.

Resultados del taller estratégico FODA

Al contrastar los resultados del taller participativo FODA y los cuestionarios individuales se encontraron coincidencias, donde las principales fortalezas en la ganadería de DP son la experiencia del productor, la mano de obra familiar disponible, la experiencia en la producción y la rusticidad de las razas utilizadas; evidenciando que la principal fortaleza de la ganadería bovina en el estado es el recurso humano.

Cuadro 4. Características de los sistemas de producción, manejo y uso de tecnología en los diferentes tipos de ganadería doble propósito en Morelos (%).

Características	E n=(12)	TP n = (29)	FA n = (31)	FP n = (35)	SP n = (58)
Sistema de producción					
Extensivo	25	31	13	6	21
Estabulado	0	10	23	23	34
Semi-estabulado	75	59	65	71	45
Época de estiaje					
Compran forraje	25	59	58	80	86
Suplementan	25	24	26	9	10
Conservan forraje	50	14	13	6	2
Infraestructura y equipo					
Corral de púas	100	86	84	94	79
Cerco eléctrico	0	3	3	0	0
Corrales con material de la zona	75	76	77	71	76
Comederos	100	90	87	83	60
Bebederos	100	83	90	77	65
Saladeros	50	41	36	29	7
Sombreaderos	67	48	48	34	16
Bodega	83	45	29	17	18
Pozo	33	28	19	11	10
Silos	0	21	13	0	0
Ordeñadora	25	10	6	3	0
Picadora	92	66	45	26	14
Implementos agrícolas	67	31	10	0	5
Equipo de inseminación	17	14	3	0	2
Alternativas tecnológicas disponibles					
Registros de producción	50	45	48	29	9
Registros económicos	75	48	45	31	12
Registros reproductivos	83	66	52	40	12
Inseminación artificial	75	45	45	26	16
Evaluación de sementales	25	14	3	9	0
Transplante de embriones	8	7	6	3	0
Programas de empadre	33	21	19	9	7

..../...continúa

../Continuación Cuadro 4.

Conocimiento de técnicas*					
Ensilado	100	86	71	71	41
Henificado	100	86	81	86	69
Germinado	17	7	0	0	3
Árboles forrajeros	75	41	32	37	24
Saccharina rústica	25	7	3	0	2
Bloques multinutricionales	50	31	39	26	10
Conserva forraje en pie	75	55	55	23	14
Utilización de concentrado	92	55	45	31	16
Sanidad animal					
Campañas zoonosanitarias	100	90	94	89	67
Inscritos en campaña zoonosanitarias	100	83	90	86	64
Desparasitación a sus animales	100	100	100	100	98
Conocimiento de instituciones**					
SEDAGRO	42	28	19	11	7
FIRA	42	14	6	11	2
SAGARPA	17	7	13	3	2
FUNDACIÓN PRODUCE	0	3	10	3	2
FINANCIERA RURAL	0	0	3	0	3
FONAES	8	10	10	3	0

*conservación forraje; **apoyo o fomento a la ganadería. E: empresarial; TP: Transición pecuaria; FA: Familiar agropecuario; FP: Familiar pecuario; SP: Subsistencia pecuario.

En cuanto a las oportunidades, éstas son el acceso a programas de apoyo gubernamental, disponibilidad de tecnología, asesoría técnica y capacitación, así como la existencia de mercado para los productos (leche y carne); si bien existen apoyos gubernamentales, estos no son suficientes, en ese sentido deben de buscar nuevos esquemas para el acceso a los programas de fomento a la ganadería (tecnología, asesoría y capacitación) con el objetivo de mejorar la calidad de los productos (leche y carne) y aprovechar la demanda que existe en el mercado con el fin de mejorar los ingresos de los productores.

Las debilidades encontradas fueron la falta de infraestructura y equipo adecuado, baja capacidad de inversión y poca disponibilidad de superficie para

producir; estas características limitantes obligan al productor y al contexto donde se desarrolla ha optimizar los recursos con los que cuenta, si bien se reconoce que existen esquemas que permiten incrementar la productividad ganadera como programas gubernamentales, tecnología y capital humano, es necesario buscar mecanismos adecuados para el acceso y desarrollo de los mismos; ya que, según los productores, tienen limitantes en cuanto a inversión, infraestructura y equipo.

Las amenazas detectadas fueron los altos precios de los insumos, fluctuación en los precios de la carne y leche, enfermedades de los bovinos, politización de apoyos y burocracia; estas pueden ser minimizadas con la organización de los productores que tengan

como objetivo minimizar los costos de producción comprando volúmenes altos de insumos, aumentar los volúmenes de leche y carne para tener mayor poder de negociación en la venta, ingresar a los programas zoonosanitarios y el apoyo de las autoridades para la búsqueda de esquemas que permitan incrementar la productividad y mejorar el desarrollo de la ganadería (Cuadro 5).

Con respecto al manejo proporcionado por cada uno de los tipos de ganaderías de DP identificados en este estudio, existen diversas percepciones de acuerdo a sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

Para las ganaderías tipo E y TP la principal fortaleza es la pertenencia de los bovinos (75 % y 55 %, respectivamente) mientras que para las ganaderías FA, FP y SP la principal fortaleza es la mano de obra familiar (35 %). Para los 5 tipos de ganadería identificados la principal oportunidad es la existencia de apoyos y programas gubernamentales, y las principales amenazas son la carencia de agua y el alto costo de los insumos para la producción. Las debilidades más importantes para la ganadería TP, FA, FP y SP son la falta de instalaciones y equipo, escasez de alimento y capacitación en el manejo, mientras que para la ganadería E es la falta de dinero para invertir en el sistema de producción.

CONCLUSIONES

En el estado de Morelos, México, se identifican cinco tipos de ganadería bovina de DP: a) empresarial, b) de transición pecuaria, c) familiar agropecuario, d) familiar pecuario, y e) de subsistencia pecuaria. Las diferencias recaen principalmente en el ingreso total, la superficie utilizada, la mano de obra contratada, el porcentaje de venta pecuaria y el ingreso agropecuario, que son más altos en la ganadería empresarial, y disminuye progresivamente hasta la ganadería de subsistencia pecuaria. Las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la ganadería bovina de DP percibidas tanto por los productores como los demás actores involucrados en el desarrollo de este sistema de producción fueron similares.

Es importante considerar esta percepción aunada a las diferencias observadas entre los diversos tipos de productores, en el diseño e implementación de programas de fomento ganadero y de transferencia, y validación de tecnología, para asegurar los mejores resultados en el desarrollo de este tipo de ganadería.

LITERATURA CITADA

CEPAL. 1982. Economía Campesina y Agricultura Empresarial. (Tipología de productores del agro mexicano). 4ª Edición. Editorial. Siglo XXI, México. pp. 339-340.

Cuadro 5. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la ganadería DP en el estado de Morelos.

Fortalezas	Oportunidades
Experiencia del productor. Mano de obra familiar. Experiencia en la producción. Rusticidad de razas.	Acceso a programas de apoyo gubernamental. Disponibilidad de tecnología. Asesoría técnica y capacitación. Existencia de mercado para los productos (leche y carne).
Debilidades	Amenazas
Falta de infraestructura y equipo. Baja capacidad de inversión. Poca disponibilidad de superficie.	Falta de agua. Altos precios en insumos. Enfermedades. Fluctuación en precios de la carne y leche. Politización de apoyos y burocratismo.

- CNIA. 1990. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias. Anteproyecto: Condominio Lechero de Miacatlan Morelos, México. p. 35.
- Espinoza F., N. Día., Y. Palma., L. Alderovich., W. Aragort., M. Bracamonte., N. Canelo., C. Carrillo., A. Guillén., V. Hidalgo., D. León., M. Mireles., M. Molina., G. Morales., C. Obando., N. Pérez., L. Pino y N. Roa. 2007. Situación de la ganadería doble propósito en la Altiplanicie de los Llanos Centrales. Venezuela, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Disponible en línea: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/jornada_leche_III/situacion_ganaderia.pdf. [Enero 20, 2009].
- Espinosa J., J. Matus., M.A. Martínez., M. Santiago., H. Román. y L. Bucio. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia*. 34 (5): 651-661.
- Gallardo L. F., D. D. Riestra, S. A. Aluja, y D. J. Martínez 2002. Factores que determinan la diversidad agrícola y los propósitos de producción en los Agroecosistemas del municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Agrociencia*. 36: 495-502.
- Guardan D. J. y E. J. Lerdón 1999. Caracterización y tipificación de agricultores usuarios del centro de gestión empresarial de Paillaco. *Agro Sur*. 27: 90-110.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía y Información. 2005 (INE GI). II Censo de población y vivienda. Distrito Federal, México. pp. 78-92. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/>
- Lacki P. 1995. Desarrollo Agropecuario: De la dependencia al protagonismo del agricultor. Serie Desarrollo Rural. 4ª Edición. Santiago, Chile. 9: 145-148.
- Mondragón Hernández R. 2005. Productividad del trabajo y empleo agrícola y no agrícola en unidades domésticas rurales: Estudio de caso, San Marcos de la Loma, Villa Victoria, Estado de México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. p. 27.
- Murgueitio E. 1992. Sistemas sostenibles de doble propósito como alternativa para la economía campesina. *Livestock Research for Rural Development* 4(3): p. 12.
- Ortega. R. C. y B. R. Ochoa 2004. La población rural en México, el capital más importante de la agricultura. *Claridades Agropecuarias*, ASERCA. México. 134: 3-21.
- Osorio A. M. y C. J. Segura 2005. Factores que afectan la curva de lactación de vacas *Bos taurus x Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de tabasco, México. *Técnica Pecuaria de México*. 43: 127-137.
- Páez L. A. y M. Jiménez 2000. Caracterización estructural y tipologías de fincas de ganadería de doble propósito en la microregión Acequia-Socopo del estado Barinas. *Zootecnia Tropical*. 18: 177-196.
- Páez L., T. Linares., W. Sayago. y R. Pacheco. 2003. Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del Estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 21(3): 301-320.
- Paredes L., V. Hidalgo, T. Vargas, y A. Molinett 2003. Diagnósticos estructurales en los sistemas de producción de ganadería doble propósito en el municipio Alberto Arvelo Torrealba del estado de Barinas. *Zootecnia Tropical*. 21: 87-108.
- Rivas L. y F. Holmann. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. **In:** Curso y Simposium Internacional. Actualización en el manejo de ganado bovino de doble propósito. UNAM. Martínez de la Torre, Veracruz. México. pp. 13-53.
- SAGARPA. 2003. Evaluación de alianza para el campo. Morelos, México. pp. 38-39.
- SAGARPA. 2007. Ley de desarrollo rural sustentable y reglamento. Distrito Federal, México. p. 19.
- SEDAGRO. 2004. Censo de productores de ganado bovino. Morelos, México. pp. 3-12
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Secretaría de

- Agricultura, Ganadería, Pesca, Desarrollo Rural y Alimentación. Producción de Bovinos. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado en octubre 2008.
- Shaner W. W., P. F. Philipp and W.R. Schmehl 1982. Farming Systems Research and Development: Guidelines for Developing Countries. American Journal of Agricultural Economics. 65: 463-464.
- Scheaffer R. L., W. Mendenhall and L. Ott. 1987. Elementos de muestreo. Editorial Iberoamericana. México. pp. 52-55.
- Statsoft. 2003. STATISTICA. Inc. Data Analysis Software System, version 6. www.statsoft.com.
- Vilaboa, A. J. y R.P. Díaz. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. Zootecnia Tropical 27 (4): 427-436.

Masculinización de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) por inmersión en Fluoximesterona y Testostesterona enantato

Pablo Torres-Hernández^{1*}, Graciela Beatriz Nucamendi-Rodríguez², Pablo Pintos-Terán¹
y José Alberto Montoya-Márquez³.

¹Universidad del Mar (UMAR). Instituto de Industrias. Laboratorio de Acuicultura. Ciudad Universitaria Puerto Ángel. México. *Correo electrónico: torresp@angel.umar.mx.

²UMAR. Programa de Ingeniería en Acuicultura. México.

³UMAR. Instituto de Recursos. México.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la fluoximesterona (F) y testosterona enantato (T) en el crecimiento, supervivencia y proporción sexual de la progenie de *Oreochromis niloticus*. En estanques de 50 l se colocaron 38 larvas por unidad experimental. Los tratamientos por triplicado fueron F₄ 400 µg·l⁻¹; F₁₂ 1.200 µg·l⁻¹; F₂₀ 2.000 µg·l⁻¹; y T₄ 400 µg·l⁻¹; T₁₂ 1.200 µg·l⁻¹; T₂₀ 2.000 µg·l⁻¹; así como los controles agua (A) y agua más alcohol (AE). Se determinó la tasa específica de crecimiento en longitud total (TEC-L) y en peso húmedo (TEC-P), el experimento finalizó cuando los peces tenían una edad de 138 días después de la fecundación (DPF). La proporción sexual se evaluó mediante la observación directa de la gónada en un estereoscopio y microscopio compuesto. No se encontraron diferencias significativas en TEC-P, TEC-L y en la supervivencia entre los tratamientos. Sin embargo, en la proporción sexual se encontraron diferencias significativas, indicando que F₂₀ (93 %) valor superior a los controles A (58 %) y AE (62 %), y a los tratamientos F₁₂ (72 %), T₄ (69 %), T₂₀ (65 %) y semejante estadísticamente a F₄ (79 %), y T₁₂ (73 %). Los tratamientos F₄, F₁₂, T₄, T₁₂ y T₂₀, no presentaron diferencias significativas con respecto a los controles A y AE. La masculinización obtenida con el tratamiento por inmersión en F (2000 µg·l⁻¹) permite considerar este procedimiento como eficiente para la producción de progenie masculina de tilapia.

Palabras clave: inversión sexual, inmersión, esteroides, fluoximesterona y testosterona enantato.

Masculinization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) by immersion in fluoximesterone and testosterone enanthate

ABSTRACT

The effect of the hormone fluoximesterone (F) and testosterone enanthate (T) were evaluated in the growth, survival and the sex ratio of offspring of *Oreochromis niloticus*. In 50 liter tanks, 38 larvae were placed in each experimental unit. Treatments were triplicated: F₄ 400 µg·l⁻¹; F₁₂ 1.200 µg·l⁻¹; F₂₀ 2.000 µg·l⁻¹; and T₄ 400 µg·l⁻¹; T₁₂ 1.200 µg·l⁻¹; T₂₀ 2.000 µg·l⁻¹, as well as controls for water (A) and water plus alcohol (EA). The rate of growth was measured in length (TEC-L) and in weight (TEC-P). The experiment ended when the fish had reached an age of 138 days after fertilization (DPF). The sex ratio was determined by the direct observation of the gonad using a stereoscope and a compound microscope. After the experiment concluded, there were no significant differences in TEC-P, TEC-L, nor in survival in the treatments and controls. In the sex ratio, there were significant differences between treatments, indicating that F₂₀ (93%) was significantly higher than controls A (58%) and AE (62%) and

treatments F₁₂ (72%), T₄ (69%), T₂₀ (65%). F₂₀ was statistically similar to F₄ (79%) and T₁₂ (73%). Treatments F₄, F₁₂, T₄, T₁₂ and T₂₀ showed no significant differences compared to controls A and AE. The masculinization obtained with treatment by fluoxymesterone immersion (2000 mg · l⁻¹) allows us to consider this procedure as efficient for the production of male progeny of tilapia.

Keywords: sex reversal, immersion, steroids, fluoxymesterone testosterone enanthate.

INTRODUCCIÓN

La tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757), es una de las especies con mayor potencial de cultivo por su rápido crecimiento; eficiente conversión alimenticia debido a su aceptación de alimentos naturales y dietas artificiales; tolerancia a una amplia gama de ambientes; resistencia al estrés y enfermedades; y a su habilidad para reproducirse en cautividad (El-Sayed, 2006), así como a su aceptación en mercados regionales e internacionales.

En el cultivo de la tilapia del Nilo, la madurez sexual precoz y su reproducción prolífica pueden ocasionar un crecimiento rápido de la población en los estanques, aumentando la competencia por el recurso alimenticio, disminuyendo las tasas de crecimiento e incrementando la mortalidad (Pillay, 1997), por lo que es conveniente inhibir la capacidad reproductiva de esta especie en cultivos extensivos.

En las hembras de tilapia, la madurez gonadal y el cuidado parental (incubación maternobucal), involucran un alto gasto energético, lo que implica una proporción menor de energía dirigida al crecimiento somático que el realizado en machos (Macintosh y Little, 1995; Gale *et al.*, 1999). Una mayor proporción de hembras en el cultivo semi-intensivo o intensivo, incrementa el factor de conversión alimenticio y ocasiona poblaciones con tallas heterogéneas en los estanques, por lo que es conveniente trabajar sólo con progenies masculinas.

La determinación sexual, es el resultado de la anfimixia que da lugar a la recombinación de los cromosomas sexuales de los progenitores. Durante la ontogenia del aparato reproductor se presenta un período indiferenciado en el cual el sexo está preestablecido, pero, no es evidente (Devlin y Nagahama, 2002). Esta etapa es definida como un período lábil de diferenciación sexual (Pandian y Sheela, 1995) y en la tilapia del Nilo se lleva a cabo entre los 10 y 26 días posteriores a la eclosión (Nakamura *et al.*, 1998).

Durante el mismo, la diferenciación sexual es sensible a factores externos o ambientales tales como la temperatura (Desprez y Mélard, 1998), pH, salinidad (Abucay *et al.*, 1999), fotoperíodo (Ridha y Cruz, 2000) y a hormonas exógenas (Yamamoto, 1969).

Durante el período lábil, se suministran hormonas sexuales, como andrógenos o estrógenos, para influir en la inversión sexual, que es el proceso en que la gónada indiferenciada es dirigida hacia un sexo en particular (Green *et al.*, 1997) y que erróneamente se le conoce como reversión sexual.

El procedimiento más empleado para inducir a la inversión sexual masculina en progenies de tilapia del Nilo, es el suministro del andrógeno 17 α -metilttestosterona en el alimento durante el período lábil de diferenciación sexual (Tayamen y Shelton, 1978; Nakamura e Iwahashi, 1982; Owusu-Frinpong y Nijhar, 1981; Vera Cruz y Mair, 1994; Carvalho y Foresti, 1996).

El suministro oral de andrógenos ha permitido producir poblaciones con proporción masculinas del 80 al 100 %, esta variación es probable que se deba a las diferentes cantidades de alimento hormonado que es consumido por los peces, proceso influido principalmente por el procedimiento de alimentación, la competencia por el alimento, la densidad y las características hidráulicas del tanque de cultivo.

Por su parte, Gale *et al.* (1999), sugieren que la técnica de inmersión permite una concentración de hormona homogénea en el cuerpo de agua, lo cual facilita que los peces tengan una dosificación hormonal similar. Además esta técnica permite un mínimo de tiempo de exposición y riesgo de manejo.

En la tilapia del Nilo se han ensayado por inmersión los esteroides: 17 α -metildihidrotestosterona (Fitzpatrick *et al.*, 1998; Gale *et al.*, 1999; Contreras-Sánchez, 2001; Wassermann y Afonso, 2003), 17 α -metilttestosterona (Fitzpatrick *et al.*, 1998; Gale *et al.*, 1999; Contreras-Sánchez, 2001; Wassermann

y Afonso, 2003; López *et al.*, 2007), trembolona acetato (T; Fitzpatrick *et al.*, 1998; Contreras-Sánchez, 2001), norgestrel (Contreras-Sánchez, 2001) y etiniltestosterona (Wassermann y Afonso, 2003). El suministro por inmersión en períodos cortos de tiempo de 17 α -metildihidrotestosterona, T y 17 α -metiltestosterona, han producido poblaciones con una proporción masculina cercana a 95 %, como se recomienda en el cultivo de esta especie (Mair y Little, 1991).

En el presente trabajo se realizaron los primeros bioensayos por inmersión utilizando dos esteroides androgénicos: fluoximesterona (F) y T con la finalidad de evaluar su eficiencia en la masculinización, crecimiento y supervivencia en alevines de la tilapia del Nilo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El bioensayo se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad del Mar, *Campus* Puerto Ángel, de septiembre del 2004 a marzo del 2005.

Se obtuvieron de la cavidad bucal de una hembra proveniente del Centro Piscícola de Jalapa de Márquez, del estado de Oaxaca, larvas viteladas de *O. niloticus* con cinco días posteriores a la fecundación (DPF).

Las larvas fueron colocadas en un tanque cilindrocónico de 60 l, provisto con aireación continua para su aclimatación a las condiciones del sistema de cultivo. Se seleccionaron 912 larvas y fueron distribuidos al azar 38 organismos en 24 estanques de fibra de vidrio de 55 x 26 x 35 cm con volumen de trabajo de 40 l.

Una vez que las larvas absorbieron el saco vitelino, se alimentaron con api-tilapia 1 de alevinaje con 40 % de proteína de la marca comercial maltaCleyton. El alimento fue suministrado a una tasa inicial de 15 % del total de biomasa y fue ajustado de acuerdo a los incrementos de biomasa para concluir en 10 %.

Las hormonas empleadas fueron: comprimidos de 2,5 mg F, marca Stenox del Laboratorio Atlantis y T del Laboratorio Brovel en solución de 10 ml. Se empleó 25 ml de etanol al 96 % como vehículo solvente de los esteroides.

Se evaluó el efecto de la hormona F y T, en tratamientos por triplicado. Las dosificaciones ensayadas fueron: F₄ 400 $\mu\text{g l}^{-1}$; F₁₂: 1.200 $\mu\text{g l}^{-1}$;

F₂₀: 2.000 $\mu\text{g l}^{-1}$; y T₄: 400 $\mu\text{g l}^{-1}$; T₁₂: 1.200 $\mu\text{g l}^{-1}$; T₂₀: 2.000 $\mu\text{g l}^{-1}$, así como los controles agua (A) y agua más alcohol (AE).

El tratamiento hormonal consistió en 2 inmersiones en un volumen de 3 l, con las dosificaciones hormonales (F y T), durante 3 horas, y realizadas a los 10 DPF y 14 DPF, de acuerdo a lo propuesto por Wassermann y Afonso (2003).

La determinación del crecimiento en longitud total y peso húmedo de los peces, se estableció a través de las biometrías realizadas a diferentes edades, con el objetivo de ajustar la tasa de alimentación y evaluar el crecimiento durante todo el experimento. Las biometrías se aplicaron a los 9, 19, 39, 54 DPF; las mediciones se hicieron con una balanza analítica marca Ohaus con una precisión de 0,001g. La longitud total se midió con vernier digital Mitutoyo con un intervalo mínimo de 0,01 mm.

También, fue determinada la tasa específica de crecimiento (TEC) de acuerdo a Hopkins (1992), para la longitud total (TEC - L) y para el peso húmedo (TEC - P). Las tasas de crecimiento se calcularon para un período de 35 días, considerado entre las edades de 19 a 54 DPF.

La supervivencia se evaluó a 39 DPF. Se empleó el Coeficiente de supervivencia (SUP), el cual es un indicador de la resistencia al manejo y confinamiento de los organismos y se calculó de acuerdo a Weatherley y Gill (1987).

A la edad de 54 DPF, los peces se trasladaron a la parte externa del laboratorio y se distribuyeron en jaulas de plástico con dimensiones de 41 cm de diámetro x 24 cm de altura, sumergidas en 3 estanques de fibra de vidrio con un volumen de 3.000 l, y fueron sacrificados a la edad de 138 DPF para evaluar la proporción sexual de la progenie. La identificación del sexo se realizó empleando la técnica de Guerrero y Shelton (1974), que consiste en la extracción, montaje y tinción de la gónada con aceto carmín, para ser observada en un microscopio compuesto a 10 y 40 x. Se consideró hembra cuando se observó la presencia de oocitos, con los núcleos ligeramente teñidos y rodeados por el citoplasma más oscuro, además de una gónada más ancha y de color amarillento. Los machos se identificaron con base en la presencia del conducto espermático y los espermatozoides en

desarrollo; una gónada alargada con ondulaciones en los bordes y coloración blanquecina.

Para el análisis de la supervivencia y del porcentaje en sexo, se usó la transformación arcoseno y sobre las variables transformadas se hizo un ANOVA de una vía, al detectarse diferencias significativas se hizo la prueba de Tukey (Zar, 1996).

En cuanto, al análisis del crecimiento en longitud (total) y peso (húmedo) se usó el análisis de medias repetidas para evaluar el crecimiento a las edades (Zar, 1996). La TEC-L y la TEC-P se evaluaron a través de un ANOVA de una vía para cada variable. Por otra parte, para probar diferencias en el crecimiento (talla y peso) entre sexos por tratamiento, se usó un análisis múltiple de la varianza (MANOVA) de dos vías (tratamientos y sexos), al haber diferencias significativas se procedió al análisis posterior (ANOVA) sobre la(s) variable(s) significativa(s), de haber significancia en ésta, se usó la prueba de Tukey para determinar en qué tratamientos hubieron diferencias (Hair *et al.*, 1999).

Los supuestos de todos los análisis estadísticos fueron probados a través del análisis de los residuales (Mendenhall y Sincich, 1996). Todas las pruebas se realizaron a un nivel de significancia del 5 % (Zar, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo experimental se realizó a una temperatura de $26,9 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,8$ (media \pm desviación estándar (D.E.)) con intervalos de $25,1$ a $29,2^{\circ}\text{C}$. La concentración media de oxígeno disuelto (media \pm D.E.) fue de $4,6 \pm 0,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ con intervalos de $3,4$ a $6,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$; y un pH promedio de $8,1 \pm 0,2$ (media \pm D.E.).

En la primera inmersión, los peces presentaron un peso de $0,012 \text{ g} \pm 0,001$ (media \pm Error Estándar (E.E.)) y una longitud total de $1,004 \text{ cm} \pm 0,029$ (media \pm E.E.). El agua tenía una temperatura de $27,3 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,8$ (media \pm D.E.), y una concentración de oxígeno disuelto de $4,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1} \pm 0,4$ (media \pm D. E.). En la segunda inmersión se registró una temperatura de $25,0 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ (media \pm D. E.) y una concentración de oxígeno disuelto de $6,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1} \pm 0,5$ (media \pm D. E.).

Durante los dos procesos de inmersión, se obtuvo una supervivencia del 100 %, y 15 días después de haber aplicado la última inmersión se observó una pequeña disminución de la supervivencia en F_{20} y T_{20} , concluyendo en 99 y 98 %, respectivamente. La aplicación de la hormona por inmersión no produjo mortalidades significativas (ANOVA: $F_{7, 16} = 0,87$; $P = 0,553$). La talla promedio inicial a la edad de 9 DPF fue de $1,0 \text{ cm}$ y a los 54 DPF de $3,52$ a $3,74 \text{ cm}$ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Longitud total promedio (cm \pm E.E.) de la tilapia del Nilo a las edades 9, 19, 39 y 54 DPF.

	Longitud total (cm) \pm E.E. a la edad			
	9 DPF	19 DPF	39 DPF	54 DPF
F_4	$1,00 \pm 0,0032$	$1,81 \pm 0,0149$	$2,50 \pm 0,0427$	$3,61 \pm 0,0557$
F_{12}	$1,00 \pm 0,0032$	$1,77 \pm 0,0149$	$2,57 \pm 0,0427$	$3,69 \pm 0,0557$
F_{20}	$1,01 \pm 0,0032$	$1,81 \pm 0,0149$	$2,48 \pm 0,0427$	$3,55 \pm 0,0557$
T_4	$1,00 \pm 0,0032$	$1,78 \pm 0,0149$	$2,46 \pm 0,0427$	$3,52 \pm 0,0557$
T_{12}	$1,00 \pm 0,0032$	$1,79 \pm 0,0149$	$2,58 \pm 0,0427$	$3,65 \pm 0,0557$
T_{20}	$1,00 \pm 0,0032$	$1,81 \pm 0,0149$	$2,48 \pm 0,0427$	$3,57 \pm 0,0557$
A	$1,00 \pm 0,0032$	$1,84 \pm 0,0149$	$2,67 \pm 0,0427$	$3,74 \pm 0,0557$
AE	$1,00 \pm 0,0039$	$1,78 \pm 0,0182$	$2,45 \pm 0,0522$	$3,50 \pm 0,0682$

E.E.: Error estándar; DPF: Días posteriores a la fecundación.

En cuanto al crecimiento en talla, el análisis de medidas repetidas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos para cada una de las edades analizadas ($F_{21,48}=1,78$; $P=0,050$).

Para el período del 19 al 54 DPF, la TEC-L se encontró en el intervalo de 2,8 a 2,9 % $\cdot d^{-1}$ (Figura 1). El análisis de TEC-L no reportó diferencias significativas entre los tratamientos (ANOVA: $F_{7,16}=1,69$; $P=0,181$). La TEC-L para este período fue de 2,84 % $\cdot d^{-1} \pm 0,074$ (media \pm E. E.).

El crecimiento en peso húmedo para las edades de 9, 19, 39 y 54 DPF, se presenta en la Cuadro 2. El análisis de medidas repetidas del peso húmedo indicó que no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para cada una de las edades analizadas ($F_{21,48}=1,263$; $P=0,247$).

Para el período del 19 al 54 DPF, la TEC-P se encontró en el intervalo de 8,9 a 9,2 % $\cdot d^{-1}$ (Figura 2). El análisis no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (ANOVA: $F_{7,16}=0,95$; $P=0,494$). La TEC-P promedio (\pm E. E.) para este período fue de 9,0 $\pm 0,2$ % $\cdot d^{-1}$.

A la edad de 138 DPF, se realizó la identificación del sexo y se analizó el crecimiento diferencial en talla y peso, entre machos y hembras por tratamiento (Figuras 3 y 4), el análisis mostró diferencias

significativas en ambas variables por sexos (MANOVA $\lambda_{2,718}=0,981$; $P=0,001$), y entre sexos por tratamiento (MANOVA $\lambda_{14,1436}=0,965$; $P=0,034$).

De manera general, los machos tuvieron tallas mayores que las hembras (ANOVA: $F_{1,719}=12,66$; $P<0,001$). El crecimiento diferencial representó una talla menor en un 21,8 % de las hembras con respecto a los machos. El análisis en peso tuvo un comportamiento similar al de la talla, en el cual se registró un crecimiento significativamente menor en hembras (ANOVA: $F_{1,719}=13,597$; $P<0,001$) de 23 % con respecto al peso promedio de los machos.

El sexo tuvo un efecto conjunto con los tratamientos (interacción significativa entre sexo y tratamiento) tanto en talla ($F_{7,719}=2,75$; $P=0,007$) como en peso ($F_{7,719}=2,561$; $P=0,013$). La talla promedio en los machos con inmersión en hormona fue de 8,5 cm y en los controles de 8,6 cm. En el caso de las hembras con inmersión, la talla promedio fue de 7,8 cm y 7,7 cm en los controles. El peso obtenido en los machos hormonados, fue de 11,3g y de 11,0g en los tratamientos control. En las hembras el peso fue de 8,7 g y de 7,4 g en los controles (Figuras 3 y 4).

La proporción de machos por tratamiento resultó significativo (ANOVA: $F_{7,15}=4,709$; $P=0,006$. Cuadro 3.

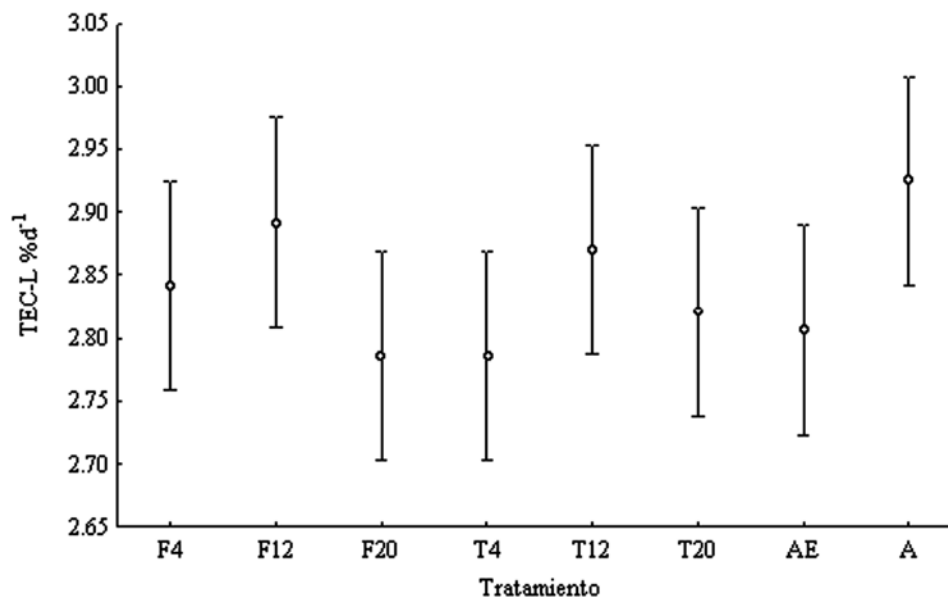


Figura 1. Tasa Específica de Crecimiento para la longitud total (TEC-L % $d^{-1} \pm$ E.E.) de la tilapia del Nilo para el período de 19 a 54 DPF.

Cuadro 2. Peso húmedo promedio (g \pm E.E.) de la tilapia del Nilo a las edades 9, 19, 39 y 54 DPF.

	Peso húmedo (g) \pm E.E. a la edad			
	9 DPF	19 DPF	39 DPF	54 DPF
F ₄	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,23 \pm 0,0115	0,69 \pm 0,0309
F ₁₂	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,24 \pm 0,0115	0,72 \pm 0,0309
F ₂₀	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,22 \pm 0,0115	0,65 \pm 0,0309
T ₄	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,22 \pm 0,0115	0,67 \pm 0,0309
T ₁₂	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,24 \pm 0,0115	0,70 \pm 0,0309
T ₂₀	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0022	0,22 \pm 0,0115	0,64 \pm 0,0309
A	0,01 \pm 0,0003	0,08 \pm 0,0022	0,27 \pm 0,0115	0,72 \pm 0,0309
AE	0,01 \pm 0,0003	0,07 \pm 0,0027	0,21 \pm 0,0140	0,62 \pm 0,0378

E.E.: Error estándar; DPF: Días posteriores a la fecundación.

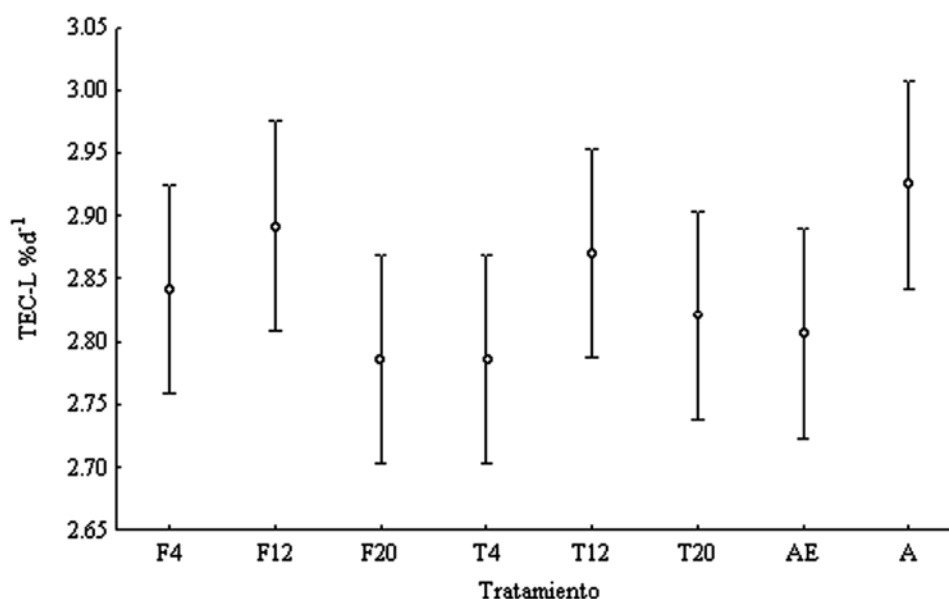


Figura 2. Tasa Específica de Crecimiento para el peso húmedo (TEC-P % d⁻¹ \pm E.E.) de la tilapia del Nilo para el período de 19 a 54 DPF.

Los resultados del análisis indicaron que F₂₀ (93 % de machos), fue significativamente superior ($P < 0,05$) a los controles A (58 %) y AE (62 %), y a los tratamientos F₁₂ (72 %), T₄ (69 %), T₂₀ (65 %) y semejante estadísticamente ($P > 0,05$) a F₄ (79 %), y T₁₂ (73 %). Los tratamientos F₄, F₁₂, T₄, T₁₂ y T₂₀, no presentaron diferencias significantes ($P > 0,05$) con respecto a los controles A y AE.

En el transcurso del ensayo, la temperatura del agua en el sistema de cultivo se mantuvo dentro

del intervalo óptimo de 27 a 28°C para juveniles de esta especie (Baras *et al.*, 2001). La aireación complementaria permitió mantener concentraciones de oxígeno disuelto superiores a las concentraciones mínimas requeridas para la especie (El-Sayed, 2006).

Se inició el ensayo de inmersión con peces de edad de 10 DPF, que presentaron un peso promedio de 0,01 \pm 0,0003 g (media \pm D.E.), y una longitud total promedio de 1,00 \pm 0,0032 cm (media \pm D.E.), coincidiendo con las tallas reportadas para larvas de

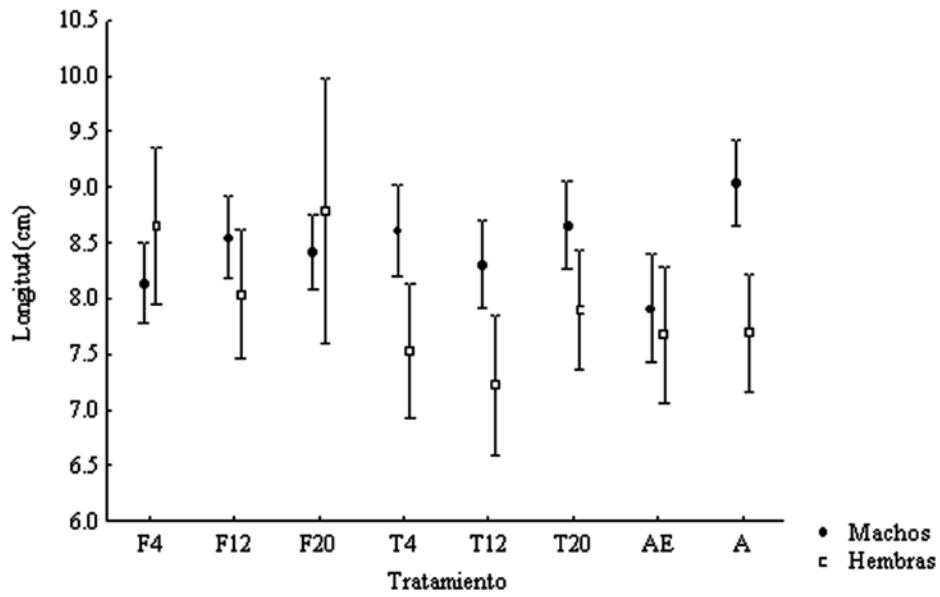


Figura 3. Crecimiento diferencial en *Oreochromis niloticus* a 138 DPF con respecto a la longitud total.

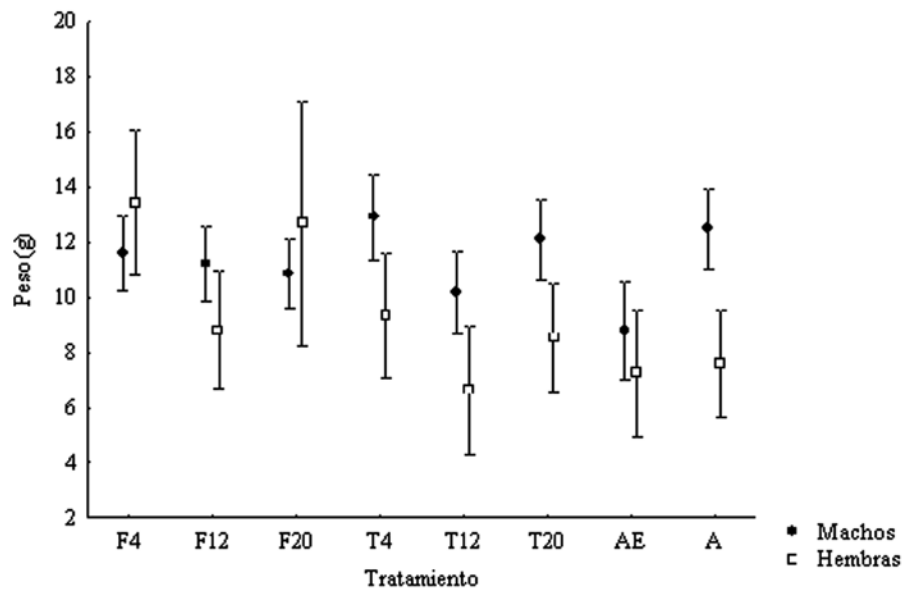


Figura 4. Crecimiento diferencial en *Oreochromis niloticus* a 138 DPF con respecto al peso húmedo.

Cuadro 3. Organismos analizados por tratamiento y porcentaje de machos en la progenie de *O. niloticus*. Índices distintos representan diferencias significativas a $\alpha = 0,05$.

	Peces analizados	% Machos
F ₄	92	79 ab
F ₁₂	103	72 a
F ₂₀	93	93 b
T ₄	85	69 a
T ₁₂	88	73 ab
T ₂₀	100	65 a
AE	68	62 a
A	102	58 a

edad similar y provenientes de la misma población de reproductores (Torres-Hernández y Márquez-Reyes, 2006).

Otros investigadores que han empleado el método de inmersión en *O. niloticus* de 10 DPF, no reportan la talla de los organismos empleados en sus experimentos (Fitzpatrick *et al.*, 1998; Gale *et al.*, 1999).

Se encontró que el suministro por inmersión de las hormonas F y T no afectó el crecimiento de los organismos para las edades de 19, 39 y 54 DPF.

A los 39 DPF el peso promedio fue similar a los reportados por Torrans *et al.* (1988) quienes registraron un peso promedio de 0,253 g y 0,267 g con mibolona y mibolona/dimetil sulfoxido, respectivamente; y los indicados por Moreno *et al.* (2003) a 35 días, con 0,24 g con F aplicada vía oral.

En un sistema de cultivo similar al empleado en el presente estudio, Torres-Hernández y Márquez-Reyes (2006), observaron organismos de 0,47 a 0,60 g en el cultivo de *O. niloticus* a 34°C, con tasas de crecimiento superiores a las obtenidas en el presente estudio. Es posible que las diferencias en el crecimiento se encuentre en relación con la edad de los organismos y la temperatura del agua, Baras *et al.* (2001), encontraron una temperatura óptima de crecimiento a 30° C para organismos con 28 días posteriores al inicio de la alimentación y en juveniles entre 27 y 28° C. Lo anterior coincide, con McConell (1982) que indica que la temperatura óptima de crecimiento es menor a medida que incrementa la edad y se reduce la tasa metabólica.

A los 54 DPF no se encontraron diferencias significativas en la TEC-L como en TEC-P, lo que indica que la técnica de suministro y las concentraciones ensayadas de F y T, no influyeron en el crecimiento. Torres-Hernández y Márquez-Reyes (2006), reportaron un efecto adverso de la F en el incremento en peso al concluir el suministro oral por 30 días, lo cual concuerda con Phelps *et al.* (1992), quienes obtuvieron tallas menores hasta en un 12,8 y 36,2% con respecto a su tratamiento control, empleando 5 y 25 mg Kg⁻¹ de F en el alimento. Al término del experimento, se observó un crecimiento superior en los machos, tanto en longitud (21,8%), como en el peso (23%) con respecto las hembras, lo cual confirma la existencia del crecimiento diferencial en *Oreochromis* (Mbahinzireki, 1999). Los resultados coinciden para la diferencia en talla (18,4 %) indicado por Torres-Hernández y Márquez-Reyes (2006), sin embargo la diferencia en peso, 31 a 42,2 %, es inferior a la reportada (Jover *et al.*, 1998).

Las hembras mostraron mayor variabilidad que los machos, tanto en talla (longitud total) como en peso húmedo, en todos los tratamientos hormonales utilizados. Esto fue más evidente en el tratamiento con F a 2.000 mg l⁻¹ (F₂₀), el cual fue también el que produjo mayor proporción masculina. Lo anterior permite suponer que la dispersión observada en talla y peso en hembras es una respuesta de la variabilidad genética de la especie a la influencia del esteroide androgénico en hembras sexualmente determinadas.

Al respecto, Gale *et al.* (1999), Contreras-Sánchez (2001) y Wasserman y Afonso (2003), reportan la mortalidad de *O. niloticus* en diversos ensayos de inmersión dentro de un intervalo de 0 a 73%; sin

embargo, no especifican si la mortalidad registrada fue provocada por la aplicación del tratamiento o por las características del sistema de cultivo. En el presente estudio, se evaluó la supervivencia a 15 días después de la aplicación de los esteroides por inmersión para establecer el efecto de esta técnica de suministro hormonal. Los datos obtenidos establecen que la mortalidad no fue influenciada por la aplicación de la hormona.

La temperatura de la solución hormonada durante la aplicación de los esteroides a los peces fue de 27,3° C en la primera inmersión y de 25,0° C en la segunda, ambas temperaturas son menores al intervalo de 28 a 30 °C comúnmente empleado en la inversión sexual por inmersión en *O. niloticus* (Gale *et al.*, 1999; Contreras y Sánchez, 2001; Wasserman y Afonso, 2003). Contreras-Sánchez (2001), analiza un intervalo térmico de 28 a 38 °C, y encuentra que la temperatura no afecta la proporción sexual obtenida por la inmersión en esteroides. No existen estudios que analicen si temperaturas inferiores a 28° C puedan afectar en la cinética del esteroide y su efecto androgénico en *O. niloticus*.

La extensión de la inmersión es un factor importante, independientemente de la hormona que se utilice. En este sentido Fitzpatrick *et al.* (1998), estudian el tiempo de aplicación de la hormona por inmersión en períodos de 2 horas, Gale *et al.* (1999), y Contreras-Sánchez (2001), emplearon 3 horas de inmersión, y Wassermann y Afonso (2003), reportan períodos de inmersión de 4 horas. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden en indicar que inmersiones de 3 horas son efectivas en la masculinización de *O. niloticus*.

El alcohol etílico y el dimetil sulfoxido son empleados como vehículos solventes para compuestos que no se disuelven rápidamente en el agua (Castro *et al.*, 1995), como es el caso de la F y T. Los resultados del presente estudio coinciden con Contreras-Sánchez (2001) y permiten señalar el empleo del alcohol etílico como un diluyente adecuado para la administración de F y T por inmersión.

Estudios de Fitzpatrick *et al.* (1998), Gale *et al.* (1999), Contreras-Sánchez (2001) Wassermann y Afonso (2003), establecen que la técnica de inmersión en esteroides sintéticos por períodos cortos de tiempo causan masculinización en *O. niloticus*. Lo anterior, es consistente a la inversión sexual obtenida

con F (2000 $\mu\text{g l}^{-1}$). La F a una concentración de 2.000 $\mu\text{g l}^{-1}$, suministrada por dos inmersiones de 3 horas a las edades de 10 y 14 DPF, demostró ser el tratamiento con mayor eficiencia en la inversión sexual masculina.

La proporción sexual de 93 % de organismos machos, permite considerar a la F, a una concentración de 2000 $\mu\text{g l}^{-1}$, como un esteroide eficiente en las técnicas de inversión sexual por inmersión en cortos períodos de tiempo. Los resultados son comparables a otras hormonas que han sido evaluadas y que han permitido obtener progenies de *O. niloticus* con proporciones masculinas superiores al 90 %, como: trembolona acetato (Fitzpatrick *et al.*, 1998; Contreras-Sánchez, 2001), 17 α -metildihidrotestosterona (Gale *et al.*, 1999; Wassermann y Afonso, 2003) y 17 α -metilttestosterona (Wassermann y Afonso, 2003; López *et al.*, 2007).

La F ya había demostrado su eficiencia en la inversión sexual masculina en tilapia del Nilo, empleándose en suministro oral por 28 días con concentraciones de 2,5 a 5 mg kg^{-1} (Phelps *et al.*, 1992; Jiménez y Arredondo 2000; Moreno *et al.*, 2003; Torres-Hernández y Márquez-Reyes, 2006).

Los resultados demuestran la eficiencia de F suministrada a larvas de tilapia del Nilo en períodos de inmersión por 3 horas, y dan pauta a realizar mayor investigación para optimizar su empleo en la producción de poblaciones de sexo masculino, considerando la eliminación de las hormonas residuales del sistema de cultivo y la seguridad del personal encargado de aplicar esteroides en los centros de producción.

CONCLUSIONES

El método de inmersión en F y T no afectó a la supervivencia y el crecimiento en la progenie *O. niloticus*.

La masculinización obtenida con el tratamiento por inmersión en F F_{20} (2000 $\mu\text{g l}^{-1}$) permite considerar la aplicación del esteroide por inmersión como un procedimiento eficiente para la masculinización de la progenie de la tilapia. Se recomienda realizar nuevos ensayos para optimizar su empleo.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Laboratorio de Acuicultura de la Universidad del Mar *campus* Puerto Ángel por las

facilidades ofrecidas durante el desarrollo del trabajo experimental. Así como a Maria Nieves Trujillo Tapia, Kathleen Brown, y a los revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios que mejoraron el presente documento.

LITERATURA CITADA

- Abucay S., C. Mair, F. Skibinski and A. Beardmore. 1999. Environmental sex differentiation: the effect temperature y salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture* 173: 219-234.
- Baras E., B. Jacobs and C. Mélard. 2001. Effect of water temperatura on survival, growth and phenotypic sex of mixed (XX-XY) progenies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 192:187-199.
- Carvalho E. D. and F. Foresti. 1996. Sex reversal in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* Trewavas, 1983, induced by 17 alpha-methyltestosterone: sex ratio and histological studis on the gonads. *Revista Brasileira de Biología* 56(2): 249-262.
- Castro C. A., J. B. Hogan, K. A. Benson, C. W. Saeta and M. R. Landauer. 1995. Behavioral effects of vehicles: DMSO, Etanol, Twen-20, Twenn-80, and Emulphor-620. *Pharmacol. Biochem. Behar.* 50: 521-526.
- Contreras-Sánchez W. 2001. Sex determination in Nile Tilapia, *oreochromis niloticus*: Gene Expression, masculinization Methods, and Environmental Effects. Tesis Doctoral. Oregon State University. Estados Unidos de América. pp 193.
- Desprez D. and C. Mélard. 1998. Effect of ambient water temperature on sex determination in the blue tilapia *Oreochromis aureus*. *Aquaculture* 162:79-84.
- Devlin R. H. and Y. Nagahama. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and enviromental influences. *Aquaculture* 208 : 191-364.
- El-Sayed A. F. 2006. Tilapia culture. Ed. CABI Publishing. Cambridge, Estados Unidos de América. Ima Ed.
- Fitzpatrick S., S. Contreras, H. Milston, L. Michael and W. Feist. 1998. Steroid immersion for masculinization of tilapia. Oregon State University Corvallis, USA. *Global research.* pp 7-12.
- Gale L., S. Fitzpatrick, S. Contreras and B. Schreck. 1999. Masculinization of Nile (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. *Aquaculture.* 178:349-357.
- Green B. W., K. L. Veverica and M. S. Fitzpatrick. 1997. Fry and fingerling production. **In:** Egna H. y C. Boyd (Eds.), *Dynamics of pond Aquaculture.* CRC Press, Boca Ratón, FL., pp. 215-243.
- Guerrero R. D. and W. L. Shelton. 1974. An acetocarmine squash technique for sexing juvenile fishes. *The Progressive Fish-culturist.* 36, p 56.
- Hair J. F. Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham y W. C. Black. 1999. Análisis multivariante. Quinta edición. Prentice Hall, Madrid. p 832.
- Hopkins D. 1992. Reporting fish growth: A review of the Basics. *Journal of the world aquaculture society* 23(3): 173-179.
- Jiménez B. y F. Arredondo. 2000. Manual técnico para la reversión sexual en Tilapia. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, D. F. p 37.
- Jover C. M., I. L. Perez, L. Zaragoza y C. L. Fernández. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus* L.) con pienzos extrusionados de diferente nivel proteico. *Archivos de Zootecnia* 47 (177):11-20.
- López C. A., D. L. Carvajal y M. C. Botero 2007. Masculinización de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 20: 318-326.
- Macintosh D. J. and D. C. Little. 1995. Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **In:** R. Niall, y J. Ronald (Eds.) *Broodstock management and egg and larval quality.* Blankwell Science, Cambridge. pp. 277-320.
- Mair G. C. and D. C. Little. 1991. Population control in farmed tilapia. *NAGA. ICLARM Q.* 14(3):8-13.

- Mbahinzireki G. B. 1999. Tilapia, *Oreochromis sp.* (L.) Sex Reversal and Performance on Alternative Sources of Protein. Dissertation Abstracts International Part B: Science and Engineering (5):19-29.
- McConnell R. H. L. 1982. Tilapias in fish communities. Pp: 83-113. **In:** Pullin, R. S. V., Lowe Mc Connell R.H. (ed), The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Conf. Proc. Manila, Philippines.
- Mendehhall W. and T. Sincich. 1996. A second course in statistics, Regression Analysis. Fifth edition. Prentice-Hall, Inc. Simon & Schuster. A Viacom Company Upper Saddle River, New Jersey. USA. p 899.
- Moreno E., C. Rodríguez, S. Barriga, y F. Arredondo. 2003. Producción de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) masculinizada con la hormona Fluoximesterona en sistemas cerrados de recirculación. UAM Iztapalapa, México. p 77- 88.
- Nakamura M. and M. Iwahashi. 1982. Studies on the practical masculinization in *Tilapia nilotica* by the oral administration of androgen. Boletín of the Japanese Society of Scientific Fisheries 48(6): 763-769.
- Nakamura M., T. Kobayashi, X. Chang y and. Nagahama. 1998. Gonadal Sex Differentiation in Teleosteos Fish. The Journal of Experimental Zoology 281: 362-372.
- Owusu-Frimpong M. and B. Nijjhar. 1981. Induced sex reversal in *Tilapia nilotica* (Cichlidae) with methyltestosterone. Hydrobiología 78: 157-160.
- Pandian J. and G. Sheela. 1995. A review of Hormonal induction of sex reversal in fish. Aquaculture. 138: 1-22.
- Phelps R. P., W. Cole, and T. Katz. 1992. Effect of fluoxymesterone on sex ratio and growth of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). Aquacult. Fish. Man. 23: 405-410.
- Pillay R. 1997. Acuicultura: Principios y prácticas. LIMUSA (eds). México, D.F. p 699.
- Ridha T. and M. Cruz 2000. Effect on light intensity and photoperiod on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L seed production. Aquaculture 31: 609-617.
- Tayamen M. M. y W. L. Shelton. 1978. Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus). Aquaculture 14: 349-354.
- Torrans L., F. Meriwether and Lowell. 1988. Sex-Reversal of *Oreochromis aureus* by immersion in Mibolerone, a Synthetic Steroid. Journal of the World Aquaculture Society 19 (3): 97-102.
- Torres-Hernández P. y L. A. Márquez-Reyes. 2006. Efecto de la temperatura y del suministro oral de Fluoximesterona en la proporción sexual y crecimiento en *Oreochromis niloticus* (Aetinopterygii: Cichlidae). Ciencia y Mar. 10 (30): 3-10.
- Vera Cruz. E. and G. C. Mair. 1994. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). Aquaculture 122:237-248.
- Wassermann G. and L. Afonso. 2003. Sex reversal in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) by androgen immersion. Aquaculture Research 34: 65-71.
- Weatherley A. H. and H. S. Gill. 1987. The Biology of Fish Growth. Academic Press. p 443.
- Yamamoto T. 1969. Sex differentiation in: Fish physiology. Academic Press, New York 3: 117-175.
- Zar J. H. 1996. Biostatistical Análisis. Ed Prentice Hall. Estados Unidos de América 3a Ed.

Agregado de parafina en ceras estampadas y su efecto sobre el labrado de panales y viabilidad de las crías de *Apis Mellifera*

Adela V. Castro^{1,2*}, Sandra K. Medici^{1,2}, Edgardo G. Sarlo¹, y Martín J. Eguaras^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de artrópodos, Funes 3350, Mar del Plata, Argentina. Correo electrónico: adelacastro@copetel.com.ar.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET). Argentina.

RESUMEN

El elevado costo de la cera promueve que durante el reciclado de ceras estampadas, se agreguen adulterantes, pudiendo causar perjuicios en la producción apícola. Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del uso de ceras estampadas adulteradas con parafina en el desarrollo de las colonias de *Apis mellifera*. El mismo se realizó en enero-febrero de 2007, durante 43 días, sobre 12 colmenas, en el partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina. Se utilizaron 3 tipos de ceras estampadas con concentraciones de 0%, 20% y 40% de parafina. Dos cuadros experimentales fueron ubicados por colmena, cada uno portando 2 secciones de cera de 0% y 20% ó 0% y 40% de parafina. Sobre cada sección se cuantificó el porcentaje de labrado y la viabilidad de las crías de *A. mellifera*. Los porcentajes de labrado entre ceras puras y adulteradas fueron similares ($P>0,05$), aunque hubo una tendencia de mayor labrado en ceras puras. La viabilidad de las crías fue mayor en ceras con 40% de parafina respecto de las ceras puras ($0,78\pm 0,06$ y $0,65\pm 0,08$ respectivamente; $P=0,036$). *Apis mellifera* tolera porcentajes de hasta 40% de parafina en ceras y, considerando que en ceras recicladas es frecuente la presencia de contaminantes liposolubles, la parafina probablemente actúa como diluyente en la concentración de dichos residuos en las ceras, favoreciendo la viabilidad de las crías que se desarrollan en ellas. La cera adulterada con parafina no debe ser comercializada como cera pura, dado que su calidad no es apta para otro tipo de industrias.

Palabra clave: *Apis mellifera*, ceras, adulteración, parafina, labrado, viabilidad.

Effects of Paraffin Incorporation in Beeswax Foundations on Comb-building and Brood Survivorship in *Apis mellifera* Colonies

ABSTRACT

Paraffin is the most widely used adulterant in beeswax foundation manufacture, in order to reduce costs, and it is also responsible to exert some adverse effects in the development of bee colonies. Our aim was to assess the consequences on *Apis mellifera* colony development by using beeswax sheets adulterated with increasing concentrations of paraffin. This research was conducted during January-February of 2007, lasting 43 days, and carried out in 12 colonies located in General Pueyrredón District, Buenos Aires, Argentina. For this purpose, we performed an assay using three different beeswax sheets (with 0%, 20% and 40% paraffin contents); two combs were placed in each hive, each one consisted of two sections of beeswax foundation containing 0% and 20% or 0% and 40% paraffin concentrations. The percentages of built area and brood survivorship index were measured for each beeswax section, resulting in no significant differences between areas built in pure and adulterated beeswax ($P>0,05$), notwithstanding a tendency to develop a larger built area in pure beeswax combs was observed. Survivorship brood index was greater in beeswaxes with 40% paraffin content versus 0% paraffin ($0,78\pm 0,06$ and $0,65\pm 0,08$ respectively; $P=0,036$). *Apis mellifera* colonies tolerate percentages up to 40% of paraffin in combs

and, taking in mind that beeswax recycled from bee-combs contains lipo-soluble contaminants, paraffin probably plays a role as diluting agent to drop their concentration, and hence favoring brood survivorship of bees in them. However, it is important to notice that quality of adulterated beeswax it is not apt for other industries.

Keywords: *Apis mellifera*, beeswax, adulteration, paraffin, comb-building, survivorship.

INTRODUCCIÓN

Las abejas melíferas (*Apis mellifera* L. 1758), son insectos sociales que construyen nidos compuestos por panales paralelos entre sí, en los cuales se desarrolla la cría y se almacena el alimento de la colonia (Seely Y Visscher, 1985 Citado en Pratt, 2004). En la práctica apícola se emplean planchas de cera estampadas con el fin de lograr un ahorro en la producción de cera y miel, y la aceleración en la construcción de los panales (Medici, 1957).

La cera de abejas está constituida por más de 300 componentes, que consisten principalmente en ésteres de ácidos grasos de cadena larga y alcoholes, sumados a pequeñas cantidades de hidrocarburos y otras sustancias (Tulloch, 1980 citado por Bogdanov *et al.*, 2004). Además, es un producto natural, por lo tanto no se admiten aditivos ni adulteraciones (Maidana, 2005); sin embargo, el constante uso de medicamentos veterinarios, mayoritariamente liposolubles, deja residuos tóxicos cuantificables en las ceras que aún no han sido regulados (Wallner, 1999; Lanzelotti *et al.*, 2006).

Es por ello, que el costo de la cera de abejas es relativamente alto y este promueve su mezcla con sustitutos grasos como la parafina, que suele agregarse hasta en un 10% para facilitar el trabajo industrial de la misma; pero cuando la cantidad es excesiva, la cera no cumple con los requisitos de calidad establecidos por la farmacopea. En Argentina se ha registrado que ciertas ceras estampadas, comercializadas como ceras puras, presentan porcentajes de adulteraciones con parafina que varían en un rango de 15% y 60% (Bernasconi, 2005).

Es así, como en trabajos previos (Toledo, 1991), no se han observado diferencias significativas en lo que respecta al área de labrado de ceras estampadas con y sin parafina, otros autores (Silva *et al.*, 2002), demostraron que, en cuadros melarios, las colonias de abejas africanizadas presentan una tendencia significativa a labrar celdas y depositar miel y polen

en ceras estampadas puras en comparación con ceras adulteradas con 50 % de parafina. No obstante, aún no se ha realizado ningún estudio que permita indagar sobre las consecuencias del uso de ceras estampadas adulteradas sobre la viabilidad de las crías de *A. mellifera*. Dentro de esta perspectivas, el objetivo de este trabajo fue conocer las consecuencias del uso de ceras estampadas con adulteraciones crecientes de parafina, durante la temporada estival, en el labrado de panales y la viabilidad de las crías en las colonias de *Apis mellifera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y diseño experimental

El estudio se realizó en un colmenar asentado en el paraje Santa Paula, partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina (37° 56' S; 57° 40' W). La zona presenta un clima templado con influencia marítima, con marcada estacionalidad que presenta una temperatura máxima media de 25,1 °C en verano y una temperatura mínima media de 2,4 °C en invierno. El promedio anual de precipitaciones se aproxima a los 900 mm.

El trabajo se llevó a cabo con 12 colmenas tipo Langstroth de características homogéneas: 10 cuadros estándar cubiertos por abejas en cada una y la reina con 1 año de edad. Previamente el colmenar recibió el manejo sanitario correspondiente. El tratamiento para el control de *Varroa* consistió en la aplicación del acaricida Amitraz (AMIVAR ® Apilab S.R.L.) 6,25 g% / tira, empleando 2 tiras por colmena, que fueron retiradas 30 días luego de su colocación; para el tratamiento de la nosemosis se administró Fumagilina 2% (NOSEMIX-B FUMAGILINA ® Solemar S. A.) en dosis de 60 mg / colmena distribuidos en 3 aplicaciones cada 7 días. Las revisiones periódicas no evidenciaron presencia de loque americana, ni loque europea. Los productos empleados se encuentran en la lista de medicamentos aprobados por el Servicio Nacional de Salud y Calidad Agroalimentaria (SENASA), para su uso en apicultura. Durante el

transcurso del experimento las colonias no fueron alimentadas.

Se utilizaron 3 tipos de ceras estampadas con agregados de parafina en porcentajes 0% (cera pura), 20% y 40%, preparadas en la fábrica “La Candelaria”, provincia de Santa Fe. En cada colmena se colocaron 2 cuadros experimentales, a la izquierda y derecha del nido de cría (vista posterior de la colmena), en la tercera y octava posición (contando la primera ubicación desde el extremo derecho). Las planchas de cera estampada fueron divididas por la mitad, y en cada cuadro experimental se emplazó una sección de cera pura y una de cera con parafina. De esta manera cada cuadro estuvo compuesto de láminas con 0% y 20% ó 0% y 40% de parafina, alternando su posición en la colmena: Izquierda-Derecha; y dentro del cuadro: Anterior hacia la abertura de entrada de la colmena y Posterior del lado opuesto a la entrada. A cada colmena en el apiario se le asignó una combinación de manera aleatoria.

El trabajo se inició el día 16 de enero de 2007, cuando fueron ubicados los cuadros experimentales en las colmenas (día 1), y finalizó el 27 de febrero (día 43) del mismo año. El mismo se llevó a cabo en verano, dado que en las estaciones de otoño e invierno, en la zona de estudio, ciertamente no se detecta labrado de cera y, por consiguiente, no sería factible la observación de un efecto de tratamiento. Cabe aclarar nuevamente, que la región presenta una estacionalidad definida en el cual se registran temporadas invernales con temperaturas muy bajas, y en consecuencia, el comportamiento de las colonias es notablemente distinto.

Análisis de calidad de las ceras

Los análisis fisicoquímicos de verificación de la calidad se realizaron para asegurar que las hojas de cera estampada contenían las adulteraciones especificadas y ningún otro componente que pudiera afectar el resultado final del experimento:

a.) determinación del agregado de parafina: una muestra de $1 \pm 0,01$ g de cera se calentó junto con 5 ml de una solución hidroalcohólica (50% v/v) de KOH al 12% (2N aproximadamente), durante 30-45 minutos. Posteriormente se continuó con el agregado de 5 ml de glicerina más calor (hasta disolver el jabón formado), se adicionaron 20 ml de agua destilada caliente, y por último 5 ml de alcohol etílico y se calentó hasta

ebullición suave. Junto con las muestras se preparó por duplicado, una curva estándar realizada con cera de abejas a los cuales se les agregó parafina comercial de bajo punto de fusión en porcentajes conocidos de 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. En los casos en que la muestra de cera contiene parafina, se produce un enturbiamiento, cuya intensidad varía de acuerdo a la proporción de la misma (Maidana, 2005).

b) índice de acidez: es el número de miligramos de KOH necesarios para la neutralización de los ácidos orgánicos libres en un gramo de cera. Para este procedimiento, se calentaron por separado 3 muestras de $5 \pm 0,01$ g de cera cada una, en 25 ml de alcohol etílico anhidro neutralizado, con 1 ml de fenolftaleína, y a continuación se realizó la titulación en caliente con una solución alcohólica de hidróxido de potasio 0,5N; el índice se calculó con la siguiente fórmula I.A. = $28,055 \times \text{Vol.}_{\text{KOH utilizado}} (\text{ml}) / \text{Peso} (\text{g})_{\text{muestra}}$ (FCC, 1981).

c) índice de éster: es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos combinados en forma de éster en un gramo de cera. Para su cálculo se agregaron 25 ml de solución alcohólica de KOH 0,5N y 50 ml de alcohol libre de aldehídos a la solución restante de la determinación del índice de acidez de cada muestra de cera, luego las soluciones fueron calentadas a reflujo durante 4 horas y tituladas del exceso de álcali con solución de HCl 0,5N; la fórmula utilizada fue I.E. = $28,055 \times (\text{Vol.}_{\text{HCl consumido por el blanco}} - \text{Vol.}_{\text{HCl consumido por la muestra}}) / \text{Peso} (\text{g})_{\text{muestra}}$ (Maidana, 2005).

d) índice de saponificación: es el número de miligramos de KOH necesarios para la neutralización de los ácidos grasos, libres y combinados en forma de éster, contenidos en un gramo de cera. Este análisis se llevó a cabo siguiendo el protocolo de Bernal *et al.* (2005), para el cual se pesaron $0,3 \pm 0,01$ g de cera y calentados en una solución de NaOH 4M, a baño maría, durante una hora. Posteriormente, la fase acuosa fue trasvasada a un vaso de precipitado junto con 5 ml de agua y se procedió a la titulación en caliente con HCl 0,5N, utilizando fenolftaleína como indicador y la siguiente fórmula: I.S. = $[56,1 \times N_{\text{HCl}} \times (\text{Vol.}_{\text{HCl}} (\text{ml}) \text{ consumido por el blanco} - \text{Vol.}_{\text{HCl}} (\text{ml}) \text{ consumido por la muestra})] / \text{Peso} (\text{g})_{\text{muestra}}$

e) relación éster-ácido: es el cociente de la relación entre el índice éster y el índice de acidez (Maidana, 2005). Por último, se llevó a cabo el análisis

de **f) punto de fusión**, para el cual se pesaron $5 \pm 0,01$ g de cera que posteriormente fueron calentados hasta fundirse; inmediatamente, la misma fue colocada en un capilar de vidrio de 2 a 3 cm de longitud, abierto por ambos extremos. En el momento en que la cera se solidificó, los capilares se unieron a un termómetro de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el conjunto fue suspendido de una pinza con nuez, fijada a un soporte Bunsen, dentro de un vaso de precipitado completo con agua. El agua fue calentada en un baño termostatzado. Se consideró como el punto de fusión a aquella temperatura a la cual la cera solidificada en el capilar se fundió, tornándose transparente o translúcida (Maidana, 2005). Todos los análisis fueron realizados en el Departamento Apícola de Fares Taie Instituto de Análisis, Mar del Plata, Buenos Aires.

Análisis del labrado de los panales

Las colmenas fueron revisadas 2 días luego de colocados los cuadros (día 3), continuando a intervalos de 2 días, hasta el fin del experimento (día 43). Cada cuadro se fotografió a ambos lados para calcular posteriormente el área y el porcentaje de labrado entre las láminas de cera con 0%, 20% y 40% de parafina, utilizando el programa de medición de imágenes ImageJ 1.34s. Los análisis estadísticos para evaluar el efecto de posición del cuadro (izquierda-derecha) o de la lámina de cera (anterior-posterior), y el efecto de tratamiento (porcentaje de parafina), se realizaron mediante un test bilateral de Wilcoxon para muestras apareadas, considerando un valor de α igual a 0,05; utilizando el programa X-LSTAT© v 8.02, 2007.

Análisis de la viabilidad de las crías

Sobre un área rectangular de 7cm. por 6cm. (138 celdas) marcada sobre cada sección de cera, en ambas caras, se contó el número de celdas con cría (en estadio de huevo); los zánganos fueron excluidos de este análisis. El muestreo fue repetido a intervalos de 4 o 5 días hasta registrar el número de pupas. Se estimó el índice medio de viabilidad de las crías en cada tratamiento (n° pupas/ n° huevos), los cuales se compararon mediante un ANOVA de un factor (porcentaje de parafina en cera), utilizando el programa X-LSTAT© v 8.02, 2007. Posteriormente, se realizó un test de Tukey para detectar las diferencias significativas de dichos índices entre los tratamientos

de cera con 0%, 20% y 40% de parafina. En ambos casos el valor de α considerado fue 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos de la cera

Los análisis procedentes de la determinación del agregado de parafina corroboraron que los valores especificados para las muestras de cera con 0%, 20% y 40% de parafina eran correctos. La solución correspondiente a las muestras con 0% de parafina presentó un aspecto traslúcido y límpido; por otro lado, se observó que el enturbiamiento en los tubos que contenían las muestras adulteradas era directamente proporcional al contenido de parafina de las muestras; confirmando que el valor especificado para las mismas era 20% y 40%. Los parámetros fisicoquímicos obtenidos para las muestras de cera de cada tratamiento se presentan en el Cuadro 1. Los valores medios de los parámetros para las láminas con 0% de parafina se encuentran dentro de los intervalos requeridos por la farmacopea para las ceras puras. Por el contrario, en las láminas de cera con 20% y 40% de parafina, se observaron alteraciones en la calidad de la cera, detectándose valores inferiores a los estándares exigidos por la farmacopea para todos los parámetros fisicoquímicos analizados. En lo referente al punto de fusión, las ceras con parafina presentaron valores por debajo de $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, indicando que la parafina incorporada a la cera es de bajo punto de fusión.

Labrado de los panales

En referencia al efecto de posición de las láminas de cera dentro de los cuadros (anterior o posterior), las diferencias observadas entre los porcentajes de áreas labradas no fueron significativas en ninguna de las fechas de muestreo ($P > 0,05$). Por el contrario, el efecto de posición del cuadro experimental dentro de la colmena (derecha o izquierda) fue significativo, detectándose un mayor porcentaje de área de labrado en los cuadros de posición derecha (día 3: $P < 0,01$; día 5: $P < 0,05$; Figura 1). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de área labrada entre ceras puras y adulteradas ($P > 0,05$), en ninguno de los días que duró la experimentación (Figuras 2a y 2b), aunque se observó una leve tendencia de mayor labrado en las ceras puras en comparación con las ceras adulteradas con 40% de parafina.

Cuadro 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos normales para ceras puras y valores observados para las muestras con 0%, 20% y 40% de parafina. $x \pm DE$ (n). ^a Requisitos de calidad de ceras establecidos por la farmacopea Argentina, 1978.

	Valores normales para ceras puras ^a	Cera con 0% de parafina (cera pura)	Cera con 20% de parafina	Cera con 40% de parafina
Índice de acidez	17-24	18,38 ± 1,83 (5)	15,76 ± 2,36 (6)	15,03 ± 1,54 (5)
Índice de éster	72-79	75,19 ± 1,42 (3)	47,97 ± 18,63 (3)	45,43 ± 8,94 (3)
Índice de saponificación	87-103	100,57 ± 10,73 (4)	59,13 ± 6,32 (4)	68,62 ± 11,43 (4)
Relación éster-ácido	3,3-4,2	3,89 ± 0,29 (3)	3,16 ± 0,78 (3)	2,89 ± 0,51 (3)
Punto de fusión	62 °C a 64 °C	63 °C	60,5 °C	58,9 °C

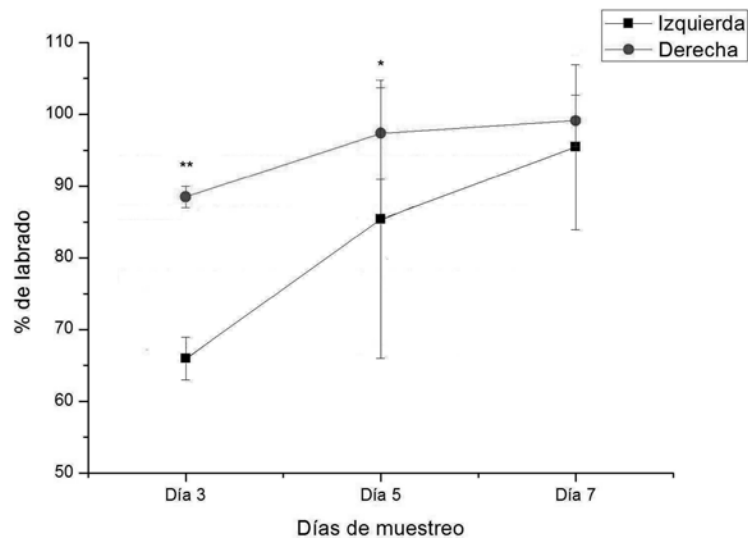


Figura 1. Porcentajes de labrado en los cuadros de posición Izquierda y Derecha durante los tres días de muestreo (* Indica diferencias significativas en el porcentaje de labrado: $P < 0,05$; ** indica $P < 0,01$).

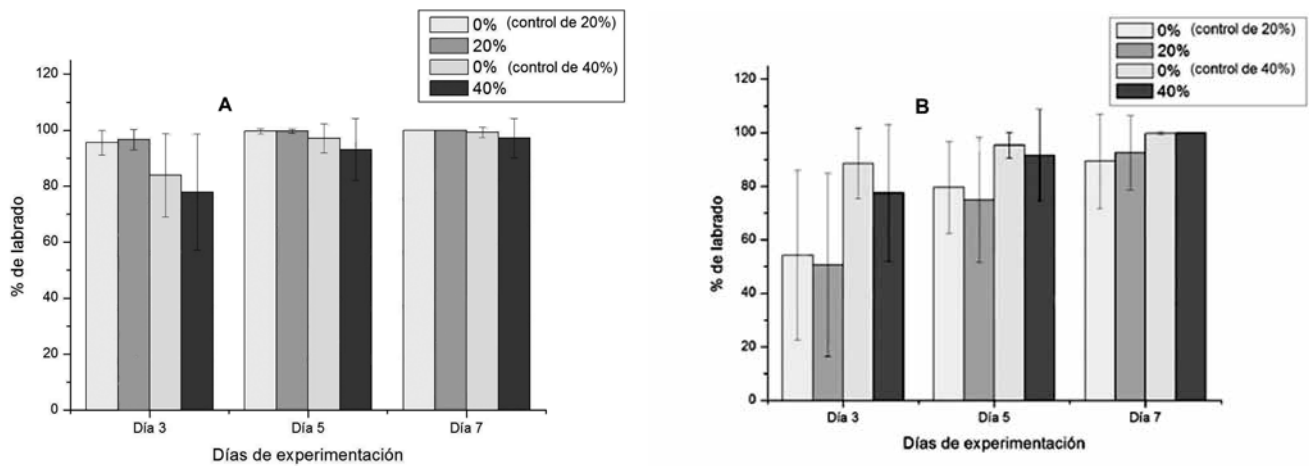


Figura 2. Porcentaje de labrado en los cuadros con 0%, 20% de parafina y con 0%, 40% de parafina, ubicados A) a la derecha y B) a la izquierda del nido de cría, durante las tres fechas de experimentación.

Viabilidad de las crías

Los índices de viabilidad están indicados en el Cuadro 2. El porcentaje de parafina incorporada en las láminas de ceras estampadas es un factor que causa diferencias significativas en la viabilidad de las crías ($F= 4,070$; $P = 0,035$). Los índices medios de viabilidad (Cuadro 2) en las láminas de cera con 40% de parafina fueron significativamente mayores que en las láminas de cera pura ($P = 0,036$). Por el contrario, los índices de viabilidad no difirieron de manera significativa entre las láminas con 0% y 20% de parafina ($P = 0,823$) y tampoco entre las láminas con 20% y 40% de parafina ($P = 0,114$).

El agregado de parafina de bajo punto de fusión en las ceras estampadas, en porcentajes de 20% y 40%, efectivamente altera la calidad del producto. En ambos casos, las propiedades fisicoquímicas de las ceras muestran valores inferiores a los requeridos por la farmacopea, en concordancia con lo descrito por Maidana (2005), para las muestras que contienen aditivos como la parafina.

En el análisis comparativo de los porcentajes de labrado entre ceras puras y adulteradas se presenta una leve tendencia hacia un mayor porcentaje de labrado en las ceras puras frente a las ceras con 40% de parafina. Estas diferencias llegan a alcanzar un valor máximo del 11%, que luego disminuye hasta valores imperceptibles en los días subsiguientes.

Estos resultados son consistentes con los presentados por Toledo (1991), en el cual las colonias africanizadas son capaces de aceptar láminas con porcentajes de parafina hasta en un 50%, con una leve tendencia hacia un mayor labrado en ceras puras. En la actualidad, no existen otros trabajos recientes que investiguen los efectos del uso de ceras estampadas adulteradas con parafina sobre las colonias de *A. mellifera*. Por lo tanto, con base en los resultados

obtenidos en nuestro trabajo, en las colmenas bien pobladas con 8-10 cuadros cubiertos por abejas en cámara de cría, durante la temporada estival (enero - febrero) no se observan problemas de rechazo causados por el agregado de parafina que pudieran generar inconvenientes durante el desarrollo de la producción apícola.

Por otro lado, es de interés la consideración de la existencia de un efecto de posición del cuadro sobre el labrado. Probablemente esto se deba al manejo recibido por las colmenas. Ahora bien, en el apiario donde se desarrolló este trabajo, durante la internada previa a la realización de la experimentación, la conformación de la unidad (cuadros y alimentador), se desplazó hacia el extremo derecho dentro de las colmenas. Según Owens (1971), las variaciones en la temperatura externa, la incidencia de la radiación solar y la ubicación de la fuente de alimento también influyen sobre la localización del bolo invernal dentro de la colmena. Es probable que las actividades de la colonia se inicien a partir de la ubicación de este núcleo térmico. Posiblemente, las tendencias observadas en este trabajo, de comenzar el labrado de los cuadros desde la posición derecha (Este geográfico), persistan desde la estación invernal.

En referencia a los resultados reportados sobre la viabilidad de las crías, el presente artículo presenta información francamente inédita, la supervivencia de las crías de obreras es un 15% superior en las ceras estampadas adulteradas con 40% de parafina en comparación con las ceras puras.

Estos resultados pueden explicarse tomando en consideración que el reciclado de panales viejos para la elaboración de las planchas de cera estampada es una práctica usual (Maidana, 2005; Medici, 1957), y a su vez las ceras resultantes de este proceso de reciclaje suelen contener residuos de contaminantes, como acaricidas liposolubles.

Cuadro 2. Índices de supervivencia para cada tratamiento. $\bar{x} \pm DE$ ($n=7$). Letras iguales en la misma columna indican que los índices no difieren estadísticamente entre sí ($P>0,05$) mediante el test de Tukey. (X-LSTAT© v 8.02, 2007).

Tratamientos	Índices medios de supervivencia
0% parafina	0,650 \pm 0,086 a
20% parafina	0,680 \pm 0,124 ab
40% parafina	0,788 \pm 0,065b

Los acaricidas comúnmente detectados en ceras son: bromopropilato, coumaphos, fluvalinato, flumetrina y tetradifon (Wallner, 1999). Por otra parte, Bogdanov *et al.*, 1999, demostró que los principios activos de los acaricidas son estables en las ceras y no sufren alteraciones durante el proceso de reciclado, dado que las concentraciones no disminuyen en el proceso de fabricación de nuevas planchas de cera a partir de panales usados.

Según Wallner (1999), afirma que más del 50% de las muestras de cera procedentes de apiarios de Alemania están contaminadas con bromopropilato y coumaphos, en niveles que oscilan principalmente entre 1 y 5 ppm. Por el contrario, en muestras de panales provenientes de Nueva Zelanda, Dinamarca, Uruguay y África, el acaricida detectado en mayor proporción es el fluvalinato, con valores desde 0,5 a 3,5 ppm. En Argentina, se ha llegado a detectar contaminación por coumaphos en las ceras de los cuadros de cámara de cría en concentraciones de 10 ppm, para cuadros provenientes de colmenas tratadas con este producto; y niveles próximos a 2 ppm en cuadros melarios de colmenas donde nunca se aplicó este tratamiento (Lanzelotti *et al.*, 2006); sin embargo, los trabajos para la zona aún son escasos.

A pesar de que algunos estudios no han detectado efectos adversos de los residuos de acaricidas sobre la cría de reinas u obreras en las colonias (Pettis *et al.*, 1991; Wetscott y Winston, 1999 Citado en Pettis *et al.*, 2004), Pettis *et al.* (2004), demostraron que residuos de coumaphos en niveles de 100 ppm son nocivos para el desarrollo de las larvas de abejas reinas y las mismas son rechazadas en el 50% de los casos. Niveles superiores a 300 ppm provocan rechazo de las larvas de reina en un 100%.

Al respecto, Fries *et al.* (1999), observaron que residuos de fluvalinato, en concentraciones de 100 ppm, producen un 13% de mortalidad en *Varroa jacobsoni* y los residuos de coumaphos causan mortalidades de 33% y 100% de los ácaros en concentraciones de 10 y 100 ppm, respectivamente, en panales de cera nueva. No obstante, destacaron que cuando las celdas están cubiertas por mudas, éstas actúan como una barrera efectiva que previene la mortalidad de los ácaros en ceras contaminadas con acaricidas. Si bien concentraciones de residuos de 100 ppm son valores muy altos para condiciones de campo, se han llegado a encontrar concentraciones de

hasta 50 ppm de coumaphos en ceras (Nasr y Wallner, 2003 citado en Pettis *et al.*, 2004).

En nuestro trabajo, el agregado de parafina puede haber provocado un efecto de dilución en la concentración de residuos de acaricidas presentes en las ceras, de manera que las larvas más expuestas a los efectos tóxicos hayan sido las que se desarrollaron en ceras sin parafina, donde los contaminantes residuales estuvieran más concentrados.

En el mercado apícola la cera derivada del proceso de reciclaje se mezcla con parafina en porcentajes menores al 10%, sin embargo, se han registrado casos en que las proporciones de este adulterante superan ampliamente este valor, alterando significativamente la calidad del producto. A pesar de que la farmacopea no admite el agregado de ningún aditivo a la cera de abejas, en este trabajo se ha demostrado que las colonias de *A. mellifera*, con más de 8 cuadros cubiertos por abeja en cámara de cría, son capaces de tolerar la incorporación de hasta un 40% de parafina en las ceras estampadas.

En este sentido, debemos ser cuidadosos con la interpretación de estos resultados, por cuanto, no deben descartarse futuras investigaciones que evalúen el impacto del uso de ceras con esta clase de adulterante en núcleos o colmenas con menos de 5 cuadros cubiertos por abejas (Tipo III), o cuyas concentraciones de parafina sean superiores al 40%. Advertimos que es necesario que la cera de abejas adulterada con parafina no sea comercializada en el mercado con la denominación de cera pura bajo ninguna circunstancia, dado que al presentar sus propiedades fisicoquímicas alteradas, no podría ser utilizada en otro tipo de industrias, como en cosmética, farmacéutica y/o veterinaria.

CONCLUSIONES

El agregado de parafina a las ceras estampadas, en concentraciones de hasta un 40%, no es causante de rechazo por parte de las colonias de *A. mellifera*, en colmenas con ocho a diez cuadros cubiertos por abejas, durante la temporada estival.

El índice de viabilidad de las crías es mayor al utilizar ceras adulteradas con parafina. Probablemente el agregado de parafina actúa como diluyente de contaminantes residuales presentes en las ceras recicladas.

Existe un efecto de posición del cuadro y láminas de cera, durante el labrado de los panales, el cual podría deberse al manejo y conformación que recibe la colonia durante la invernada y cuyos efectos posiblemente persisten durante el resto del año.

Los parámetros fisicoquímicos de la cera adulterada con parafina se encuentran por fuera de los estándares de calidad, por lo cual el producto no puede ser comercializado para su uso en otro tipo de industrias como la cosmética, farmacéutica y/o veterinaria.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación recibió la colaboración de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Agradecemos al Sr. Rodolfo Danieli, productor de Ceras Estampadas "La Candelaria", por el aporte de material, a Fares Taie Instituto de Análisis, por prestar sus instalaciones, al Prof. Armando C. Cicchino por sus aportes en la traducción del resumen y la lectura crítica del manuscrito, al Servicio Meteorológico Nacional Argentino por la contribución de los datos meteorológicos locales, y a todas las personas que directa (Melisa Garrido, Leonardo De Feudis, Darío Porrini) e indirectamente colaboraron con su buena voluntad en distintas etapas de este trabajo. Uno de los autores (A. V. C.), personalmente quiere brindar su sincero agradecimiento a su familia y a Esteban P. Delfino por iluminar constantemente el camino en su vida.

LITERATURA CITADA

- Bernal, J.L.; J.J. Jiménez, M.J. del Nozal, L. Toribio, y M.T. Martín. 2005. Physico-chemical parameters for the characterization of pure beeswax and detection of adulterations. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 107: 158-166.
- Bernasconi, M.R. 2005. Estudio comparativo en ceras estampadas y determinación de adulteraciones. *El Apicultor*. Centro de Investigaciones Apícolas. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Artículo disponible on-line: <http://www.apicultura.entupc.com/nuestrarevista/nueva/notas/adulteracion-ceras.htm>. [Enero, 2007].
- Bogdanov, S. 2004. Beeswax: quality issues today. *Bee World*, 85 (3): 46-50.
- Bogdanov, S.; Kilchelman, V. and Imdorf, A. 1999. Acaricide residues in honey, beeswax and propolis. Swiss Bee Research Centre, Dairy Research Station, Liebefeld, Bern, Switzerland. pp. 11.
- Farmacopea Argentina. 1978. *Codex Medicamentarius Argentino*. Sexta Edición, Buenos Aires. pp 1283.
- FCC (Food Chemicals Codex), 1981. *Food Chemicals Codex*, 3th edition. National Academy Press, Washington D.C., USA, pp. 34 y 503.
- Lanzelotti, P.; M. Maldonado, V. Ocampo, y J. Arroyo. 2006. Exploración en el estudio de distribución de concentraciones del acaricida coumpahos en cera y en miel de mismo cuadro melario en condiciones de campo. Laboratorio de Control de Calidad, MELACROM, Buenos Aires, Argentina.
- Disponible on-line: www.melacrom.com.ar/Novidades/Esp_Novedades.asp. [Marzo, 2008].
- Maidana, J.F. 2005. Cera de Abejas: Composición, constantes físico-químicas y detección de adulteraciones. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, CEDIA, Santiago de Estero, Argentina. pp.68.
- Medici, M. 1957. *Tratado de apicultura práctica*. Buenos Aires, Argentina. pp. 237.
- Pettis, J.S.; W.T. Wilson, H. Shimanuki, y P.D. Teel. 1991. Fluvalinate treatment of queen and worker honey bee (*Apis mellifera* L.) and effects on subsequent mortality queen acceptance and supersedure, *Apidologie*, 22: 1-7.
- Pettis, J.S.; A.M. Collins, Reg. Wilbanks, and M.F. Feldlaufer. 2004. Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie*, 35:605-610.
- Owens, CD. 1971. The thermology of wintering honey bee colonies. Agricultural Engineering Research Division. Department of Agriculture, Technical bulletin, USA. Disponible on-line: <http://>

- www.beesource.com/pov/usda/thermology/techbulletin1429.htm. [Marzo, 2008]
- Silva, C. R. da; L. da Rocha Ribeiro, V.A.A. Toledo, J.O.A.Toledo. 2002. Uso da parafina incorporada à cera alveolada em colônias de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas para produção de mel. *Acta Scientiarum*, 24 (4): 875-879.
- Toledo, V.A.A. 1991. Desenvolvimento de colméias híbridas de *Apis mellifera* e seu comportamento na aceitação e manejo da cera. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. pp. 196.
- Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30:1-9.

Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico

Charly Farfán^{1*}, Yngrid Oliveros² y Vasco De Basilio¹

¹Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Instituto de Producción Animal, Maracay, estado Aragua, Venezuela. Apdo. Postal 4579. *Correo electrónico: charly.farfan@gmail.com.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Unidad de Agrometeorología. Maracay, Aragua, Venezuela.

RESUMEN

A través de un experimento con 192 pollos mantenidos a 30°C en promedio de temperatura ambiente (TA) entre 28 días y 35 días, se evaluó el efecto de la adición de minerales en el agua o el alimento sobre las variables productivas y fisiológicas durante la etapa de finalización, bajo condiciones de estrés calórico crónico y agudo en pollos de engorde. Luego se simuló a los 36 días de edad, el estrés agudo con 36 °C/6 horas, incluyendo 3 tratamientos: T1= Alimento balanceado sin adición mineral, T2= Alimento balanceado con adición mineral en alimento y T3= Alimento balanceado con adición mineral en agua. El diseño experimental fue un arreglo completamente al azar, con 8 repeticiones/tratamiento, 8 pollos/repetición. La composición del suplemento mineral fue: NaHCO₃ (0,83%); NH₄Cl (0,07%) y; NaCl (0,30%), obteniéndose un balance de electrólitos de 240 mEq. Se evaluaron, el consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, conversión de alimento, temperatura corporal (TC), nivel de hiperventilación (NH), durante el estrés crónico y mortalidad (M) durante el estrés agudo. Los datos fueron analizados mediante pruebas de ANAVAR y de Chicuadrado para la mortalidad. Encontrándose que al adicionar minerales tanto en el agua como en el alimento, no hubo efecto significativo en las variables productivas. Se observó que los pollos que recibieron minerales (T2 y T3), incrementaron el consumo promedio de agua en un 34% (P=0,016) con respecto al T1. La adición de minerales en el agua permitió una disminución (P=0,007) de la TC (42,80 ± 0,16 °C), NH (159,95 ± 4,93 insp/min) y una reducción de la M hasta un 22% durante la simulación del estrés calórico agudo. Se concluye que la adición de minerales afecta principalmente las variables fisiológicas y la mortalidad.

Palabras clave: pollos de engorde, estrés calórico, balance de electrolitos, variables productivas y variables fisiológicas.

Effect of mineral supplying in water or feed on productive and physiological variables in broiler under heat stress conditions

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of mineral supplying in water or feed on productive and physiological variables in broilers under acute and chronic heat stress during final growth stage an experiment was conducted. Using a completely randomized design, a total of 195 broilers were randomly assigned to three treatments with 8 replicates of 8 birds each one. The treatments were T1 = basal diet with no mineral addition; T2 = basal diet plus mineral addition in feed; T3 = basal diet plus mineral addition in water, which were applied from 28 days of age. Before this period all broilers were receiving a same balance diet. The composition of the mineral formula used was: NaHCO₃ (0,83%); NH₄Cl (0,07%); NaCl (0,30%), obtaining an electrolytes balance of 240 mEq. Between 28 to 35 days of age, all these groups of birds were subjected at 30 °C and the

following day an acute heat stress was simulated using 36°C for 6 hours. At 28 to 36 days old the following parameters were measured: feed and water consumption, body weight gain, feed conversion index, body temperature (BT), hyperventilation level (HL) and mortality (M) during acute stress. An ANOVA test was applied to all variables except M, which a Chi-squared test was performed. No significant effects on productive variables were found with minerals adding, neither to the water nor to the feed. Water consumption was 34% greater in T3 and T2 (P=0,016) regard to T1, which not received minerals. Mineral addition in water reduced significantly (P=0,007) BT ($42,80 \pm 0,16$ °C), HL ($159,95 \pm 4,93$ breaths/min) and M was reduced until 22% during acute heat stress period. It is concluded that mineral supplying affects mostly physiological variables and mortality.

Keywords: Poultry, heat stress, electrolyte balance, productive variables and physiological variables.

INTRODUCCIÓN

La producción avícola en Venezuela tiene mayor presencia en la Región Central (Aragua y Carabobo) y Occidental (Zulia), la cual se caracteriza por un régimen climático de altas temperaturas (media anual de 30 °C) y humedad media (60 – 85%; De Basilio, 2008). Estas características ambientales originan una condición fisiológica en el ave, que recibe el nombre de “Estrés Calórico”, la cual afectan negativamente la eficiencia productiva de los pollos de engorde. Reportándose como condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa), óptimas para la cría del pollo de engorde de 20 - 24 °C y 50 - 60 % (Estrada *et al.*, 2005).

Los pollos de engorde son afectados por dos tipos de estrés calórico: el *estrés calórico crónico* y el *estrés calórico agudo* (Estrada *et al.*, 2005; Oliveros, 2000; De Basilio, 2008). Y con la finalidad de disminuir los efectos que estos provocan, las aves recurren a mecanismos de pérdida de calor; a través de la radiación, conducción, convección y evaporación, debido a que no poseen glándulas sudoríparas (Hoffmann y Volker, 1969). Por medio de estos mecanismos la tasa de respiración de los pollos se encuentra en un rango de 25 a 50 insp/min y cuando están bajo estrés calórico el nivel de hiperventilación (NH), puede variar de 50 a 350 insp/min (Valancony, 1997).

En relación a la temperatura corporal (TC), se ha indicado que la TC ($42,2 \pm 0,05$ °C), aumenta de manera directa y proporcional a la temperatura ambiente [$31,84 \pm 0,09$ °C], Pérez, 2003. El estrés calórico genera una reducción del consumo de alimento (Barragán, 2004), lo cual provoca un efecto sobre la ganancia de peso, con pérdidas de hasta un 74% (Abu-Dieyh, 2006; May y Lott, 2001).

En relación al consumo de agua, se considera que este aumenta 6% por cada °C que sube la temperatura ambiente (TA), a partir de los 20 °C, lo que supone 1,8-2,0 veces la cantidad usual de alimento (Cockshott, 2004).

Cuando la tasa de respiración incrementa, como respuesta fisiológica ante el calor, se produce una pérdida excesiva de CO₂, por lo tanto la presión parcial de CO₂ (pCO₂) disminuye, causando un decrecimiento de la concentración de ácido carbónico (H₂CO₃) y del hidrogeno (H⁺). Como respuesta el riñón aumenta la excreción del bicarbonato (HCO₃⁻) y reduce la excreción de H⁺, con la finalidad de mantener el balance acido-base de la sangre (Borges *et al.*, 2007). A nivel sanguíneo el equilibrio acido-base está directamente ligado con los electrolitos ingeridos por las aves.

El balance de electrolitos en la dieta (BED), puede influenciar en el crecimiento, apetito, desenvolvimiento óseo, y respuestas al estrés térmico, como también en el metabolismo de ciertos nutrientes, como aminoácidos, minerales y vitaminas. Los principales elementos involucrados en el equilibrio, son los cationes sodio (Na⁺); potasio (K⁺); y magnesio (Mg⁺⁺); los aniones cloro (Cl⁻); bicarbonato (HCO₃⁻) y fosfato bibásico [H₂PO₄⁻], Vieites *et al.*, 2004.

En consecuencia, al manipular el BED se logra influenciar el comportamiento productivo de los pollos de engorde, debido a su efecto sobre el balance ácido – base (Ada y Ortuño, 1999). El BED óptimo se encuentra entre 240 y 330 mEq/kg, observándose mejoras en el rendimiento productivo, para el peso vivo (2,422 gr), consumo de alimento (4,295 gr), conversión (1,775), mortalidad (M; 5%), aunque no observaron diferencias significativas al evaluar la conversión de alimento y la TC con la adición mineral

(Borgatti *et al.*, 2004; Borges *et al.*, 2003; Mushtaq *et al.*, 2005). Igualmente Ada y Ortuño. (1999) evaluó la adición de cloruro de sodio (NaCl - sal común) en el alimento, en las siguientes concentraciones; 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,8% y 1,0%, encontrando que el nivel favorable de adición de NaCl es de 0,60%, lo que es igual a 260 mEq/Kg.

De igual forma, se ha evaluado la adición de minerales en el agua, donde Teeter y Smith (1986), estudiaron la suplementación con 0,02% de NH_4Cl en el agua de bebida, reduciendo la fase de jaeo, incrementando la ganancia de peso vivo (PV) en un 23 % y en un 7,7%, la conversión de alimento. Al analizar el efecto del NaHCO_3 y KCl en distintas proporciones se obtuvo como resultado que suplementar con 5% NaHCO_3 y KCl generaron una significativa ($P < 0,05$); además de una alta tasa de consumo de alimento para las hembras, incrementando el consumo de agua (Whiting *et al.*, 1991). Smith y Teeter (1992), aplicaron KCL en agua de bebida y en una proporción de 0,2%, logrando un mayor consumo de alimento.

En tal sentido, se planteo, que si el uso de los minerales, aumenta el consumo de agua, disminuye el consumo de alimento, generando cambios en las variables fisiológicas, entonces es probable que la adición de electrolitos en el agua sea más eficiente que en el alimento, debido a su rápida absorción y utilización por el organismo de los pollos de engorde. Hay que destacar que la adición mineral se ha investigado por mucho tiempo en países como: Brasil, Estados Unidos de América, Bolivia, Japón, Pakistán e Israel. Sin embargo, en Venezuela actualmente no se ha realizado ninguna investigación relacionada.

De tal manera que, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la adición de minerales a las mismas dosis en el agua o en el alimento sobre algunas variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde durante la etapa de finalización en condiciones de estrés calórico (crónico y agudo) en ambiente semi-controlado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, manejo de los pollos y tratamientos

Este experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ambiente Semi-Controlado (UASC), de la Sección Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela, Maracay,

estado Aragua. Ubicada a $10^{\circ} 17' 5''$ N, $64^{\circ} 13' 28''$ O, a 480 m.s.n.m, con una temperatura media de 25°C y una humedad relativa de 75% (INIA, 2007).

La UASC se dividió en 4 áreas, denominadas “Salas” (Sala A, sala B, sala C y sala D). Cada sala contaba con 6 corrales de 1 m^2 cada una, para una capacidad máxima de 48 pollos (6 pollos/corral), con 1 comedero tipo tolva y 1 bebedero tipo campana. Se dispuso de un sistema de medición del consumo de agua, para 4 de los 6 corrales por salas.

Para el inicio del experimento, había una población de 300 pollos bebe, sexados, del híbrido *Ross 308*. Luego a los 21 días de edad se seleccionó una población de 192 pollos, ubicando 8 pollos (4 hembras y 4 machos), en cada corral de las salas de la UASC. Igualmente a los 21 días de edad, fueron escogidos 8 pollos de cada corral, se seleccionaron 4 (2 hembras y 2 machos), identificándolos con colores según su sexo y categoría de peso, como macho pesado (MP: cabeza azul-lomo azul), macho liviano (ML: cabeza azul), hembra pesada (HP: cabeza roja-lomo rojo) y hembra liviana (HL: cabeza roja), según su peso en relación al promedio de la población. Siendo los pesados todos aquellos que su PV era 10% superior al promedio y livianos, los que presentaron PV de 10% inferior al peso promedio de la población. A los 28 días de edad, se inicia la fase experimental, con una duración de 8 días, correspondiendo: 7 días de evaluación en estrés calórico crónico (28 – 35 días de edad) y 1 día de evaluación de la simulación del estrés calórico agudo (36 días de edad).

En la UASC durante los 28 a 35 días de edad, se mantuvo una temperatura ambiente (TA) entre los 28 a 32°C , simulando el estrés calórico crónico. Mientras que el día 36 de edad se realizó una simulación de estrés calórico agudo, el cual consistió en suministrar a los pollos una TA entre los 34°C - 38°C , durante 6 horas (9:00 – 15:00 hr).

Se evaluaron 3 tratamientos; T1= Alimento balanceado sin adición mineral, T2= Alimento balanceado con adición mineral en alimento y T3= Alimento balanceado y adición mineral en agua, con 8 repeticiones de 8 pollos cada una, para un total de 192 pollos (96 hembras y 96 machos), en un diseño completamente aleatorizado.

La adición mineral en el alimento consistía en 240 mEq/kg alimento (T2) y mientras que en el agua (T3)

se mantuvo el mismo nivel de mEq, pero considerando una relación de consumo agua: alimento de 4: 1, basado en la mediciones del consumo de agua y alimento una semana antes del inicio del experimento (21 – 28 días de edad), con la finalidad de igualar el consumo de electrolitos tanto en el agua como en el alimento. Se utilizó como fuente mineral; 0,82 % de Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3), 0,07 % de Cloruro de Amonio (NH_4Cl) y 0,30 % de Cloruro de Sodio (NaCl). En el Cuadros 1 se muestran la composición nutricional y bromatológica del alimento utilizado durante la fase de finalización en los pollos de engorde.

Frecuencia y determinación de las variables experimentales

Consumo de alimento y agua

Se determinó para todos los corrales, en 2 fases: fase 1 entre las 7:00 y 17:00 horas (día) y fase 2 entre 17:00 y 7:00 horas (noche), durante todo los 8 días del experimento. Mediante el peso del comedero (consumo de alimento) y para el consumo de agua se utilizaron bolsas de agua, obteniendo el consumo a través del peso de la misma.

Cuadro 1. Composición y bromatología del alimento usado como base en la fase de finalización de los pollos de engorde.

Nutriente	Proporción (%)
Maíz	53,65
Soya 47	35,61
Aceite de soya	6,97
Premezcla Minerales-vitaminas*	0,33
Sal	0,38
Carbonato calcio	1,08
Fosfato mono cálcico	1,79
Lisina %	0,03
Metionina %	0,16
Bromatología	Proporción (%)
Proteína	21,3
Fibra	2,98
Grasa	9,55
Ceniza	6,12
Fósforo Total	0,705
Calcio	0,75

* Premezcla Minerales-vitaminas (dosis de inclusión 6 kg/t): Manganeso, 100 g; Zinc, 40 g; Cobre, 4 g; Hierro, 27 g; Selenio, 0,075 g; Yodo, 2 g; Vitamina A, 7500000 UI, Vitamina D, 3000000 UI, Vitamina E, 20 g; Vitamina K, 2 g; Vitamina B2, 5,6 g; Nicot, 26 g; Pantotenato, 8 g; Vitamina B12, 0,01 g; Vitamina B6, 1 g; Folico, 0,3 g; Colina 350 g.

Peso vivo (PV)

Se realizó pesaje individual de todos los pollos, en horas de la mañana, semanal, desde los 28 hasta los 36 días de edad. Utilizando una balanza electrónica Ohaus, con rango de 0 a 5.000 gramos con precisión de 0,1 gramos.

Temperatura corporal (TC) y Nivel de Hiperventilación (NH)

Ambos se midieron a las 8:00 y 13:00 horas durante los días 28, 31, 35 y 36 de la fase experimental, a los pollos previamente identificados (MP,ML,HP,HL), utilizando para la TC el termómetro manual de sonda de penetración (TESTO® 110) a una profundidad de 5 cm de la cloaca. Mientras que el NH se determinó utilizando un cronometro (Casio®), este se activaba al inicio del jadeo, la cual se reconoce con la apertura del pico, y se detuvo al conteo de 15 inspiraciones no interrumpidas. Luego mediante un cálculo matemático, se estableció el número de inspiraciones por minuto.

Mortalidad (M)

Se registro durante la simulación del estrés calórico agudo. El análisis de los datos, de ambos experimentos, se utilizó el paquete estadístico Stat View, en el cual se sometieron los datos a análisis de Anavar; se obtuvieron los resultados con valores de media y desviaciones estándar, y probabilidades con significancia ($P < 0,05$) para cada variable. Aplicando los siguientes modelos matemáticos:

Modelo I: para consumo de alimento, consumo de agua, ganancia de peso, temperatura corporal y nivel de hiperventilación.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_j$$

y_{ij} = observación j -ésima (replica) del i -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de replicas y el número de tratamientos.

m = media general.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento, suplementación mineral en alimento o agua.

e_{ij} = error experimental de la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento, total de observaciones.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + s_j + p_k + (\tau s)_j + \varepsilon_{ijkl}$$

Modelos II: para temperatura corporal incluyendo el factor sexo y categoría de peso. (Sólo se considera en el modelo las variables con efectos significativos).

y_{ij} = observación j -ésima (réplica) del i -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de replicas y el número de tratamientos.

m = media general.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento, suplementación mineral en alimento o agua.

s_j = sexo de los pollos (macho-hembra).

cp_k = categoría de peso (liviano-pesado).

SxT = efecto de la interacción de primer orden del i -ésimo nivel de factor sexo (macho-hembra) y el j -ésimo nivel de factor tratamiento (adición de minerales).

e_{ijkl} = error experimental del total de observaciones.

La variable mortalidad fue evaluada de manera individual, utilizando una prueba de Chicuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables productivas

En las variables productivas (Cuadro 2), se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, no hubo efecto sobre las variables productivas de los pollos. Sin embargo, al evaluar el consumo de agua, hubo efecto significativo ($P = 0,016$), observándose que los pollos que recibieron minerales en el agua ($289,80 \pm 19,31$ ml) y en el alimento ($299,68 \pm 23,11$ ml), presentaron un mayor consumo de agua con respecto a los que no se les adicionó minerales ($219,65 \pm 12,44$ ml), respuesta esperada, debido a que la suma de minerales genera un aumento del consumo de agua en los animales. Como lo reportan Smith y Teeter (1987), y Tanveer *et al.* (2005), quienes aseguran que al aplicar minerales tanto en el agua como alimento, incrementa significativamente el consumo de agua y reportan valores no significativos en variables productivas.

El consumo de alimento (CAL) fue mayor en tratamiento 2 ($1212,88 \pm 58,64$ gr/pollo) y para la ganancia de peso (GP; Cuadro 2), con resultados similares a los reportados por De Souza *et al.* (2002), que no encontraron diferencias significativas.

Cuadro 2. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre el consumo de alimento (CAL), consumo de agua (CAG), la ganancia de peso (GP) y Conversión de alimento (CA), expresada en promedio entre 28 y 35 días de edad.

Tratamiento (T)	CAL (g/pollo/evaluación*)	CAG (ml/pollo/periodo)	GP (g/pollo/evaluación*)	CA
1	1109,63±23,48	219,65 ± 12,44 ^a	354,05±16,00	2,090 ± 0,072
2	1212,88±58,64	299,68 ± 23,11 ^b	571,86±42,68	2,185 ± 0,141
3	1128,75±34,13	289,80 ± 19,31 ^b	528,56±29,15	2,175 ± 0,124
ANAVAR (P)	ns	0,016	ns	ns

Letras diferentes indican diferencias significativas.

Valores expresados como la media ± error estándar de la media.

*Tiempo en el cual se evaluaron las variables productivas bajo ambiente de estrés calórico crónico, 28 y 35 días de edad de los pollos de engorde.

Igualmente, Borges *et al.* (2004), destacaron que el adicionar 240 mEq/kg en el alimento es beneficioso para mejorar la GP durante el ciclo de cría de los pollos, utilizando fuentes minerales similares a las que se le aplicó en el presente estudio. Sin embargo, Tanveer *et al.* (2005) indican que al utilizar como fuente mineral NaHCO₃ y NH₄Cl se logró un efecto significativo (P<0,001), en los parámetros productivos durante la fase de crecimiento y finalización. Los resultados obtenidos permiten inferir que la fuente mineral y el nivel de inclusión es un factor primordial para que exista un efecto de mejorar o mantener las variables productivas de los pollos de engorde.

Variabes fisiológicas

Al evaluar la TC de los pollos (Figura 1), se observó que existieron diferencias significativas (P=0,007) entre los tratamientos, destacando que la TC de los pollos que recibieron minerales en el agua, fue menor (41,96 ± 0,02 °C), respecto a los que recibieron minerales en el alimento (42,04 ± 0,03 °C) y los que no se les adicionó minerales (42,07 ± 0,03 °C), confirmando el efecto positivo que genera la adición de los electrolitos en el agua de bebida de los pollos de engorde, como una estrategia para disminuir una de las consecuencias causadas por el estrés calórico.

Resultados que coinciden con los reportados por Lin *et al.* (2005), donde presenta una TC de 42,62 °C en condiciones de TA de 35 °C. Es importante destacar que la TC al encontrarse alrededor de los

41,5 °C se asegura la sobrevivencia de los pollos, ya que a TA elevadas (>34 °C), aumenta la TC generando variaciones fisiológicas que conducen a la muerte de los mismos. Al evaluar el NH (Figura 1), se encontró que no existían diferencias significativas. Aunque igualmente se observa que ambas adiciones de mineral tienden a disminuir el promedio del NH. Estos valores promedio obtenidos son comparables a los reportados por Colina (2007) de 143 insp/min, así como también a los reportados por Mather *et al.* (1980); Barnas y Mather (1980), y Zhou y Yamamoto (1997), entre 140 – 200 insp/min para pollos criados bajo condiciones de estrés calórico.

En la Figura 2 se observa la relación de la TC con el sexo (macho – hembra), categoría de peso de los pollos (liviano – pesado) y el tratamiento aplicado (adición de minerales), obteniendo como resultado que no existen efectos entre las interacciones de los factores evaluados. Sin embargo, si hubo efectos estadísticamente significativos, debidos al factor categoría de peso (P=0,04) y la adición de los minerales (P=0,02), obteniendo que los pollos pesados que recibieron minerales en el agua (machos = 41,88 ± 0,05 °C y hembra = 41,93 ± 0,04°C), registraron TC menores a los pollos pesados que no se les adicionó minerales (machos = 42,12 ± 0,05 °C y hembra = 41,99 ± 0,05 °C). Mientras que en los pollos livianos (macho y hembra) con o sin la adición de los minerales, no hubo diferencia de las TC.

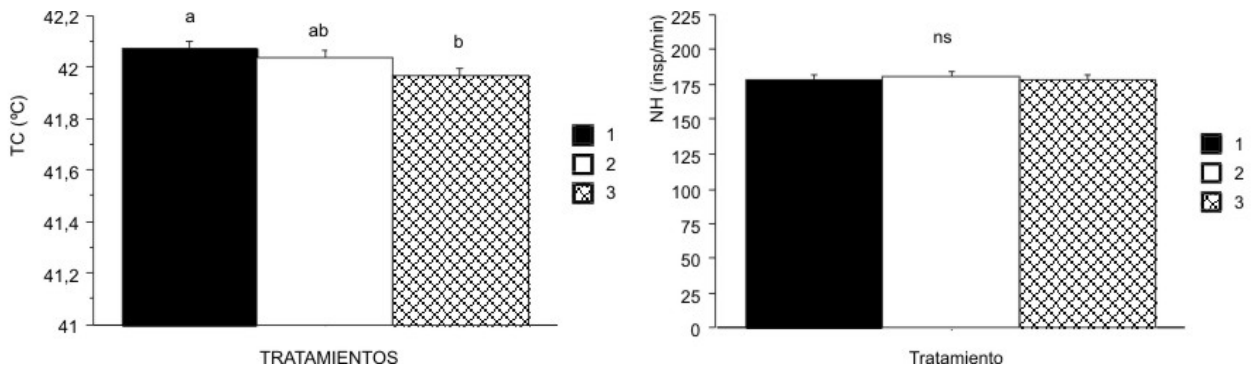


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre temperatura corporal (°C) y nivel de hiperventilación (insp/minuto), promedio en el período de estrés crónico (28 a 35 días).

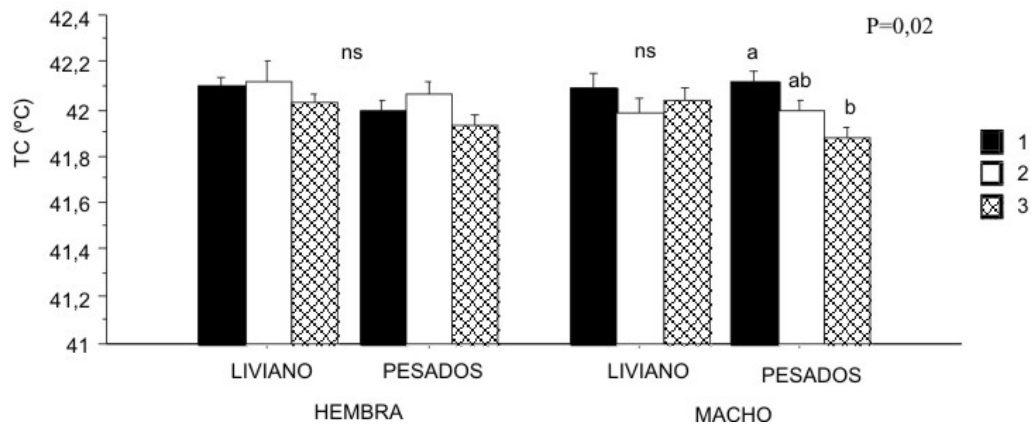


Figura 2. Efecto del sexo (macho – hembra) y la categoría de peso (liviano – pesado) sobre la temperatura corporal promedio en el período de estrés crónico (28 a 35 días ; Análisis correspondiente al Modelo matemático II).

En tal sentido, se expresa que los pollos pesados, generalmente considerados más susceptibles al estrés calórico reaccionan mejor a la adición de minerales en el agua, con TC consideradas normales, ya que se encuentran dentro de la zona homeoterma, la cual se ubica entre 40 – 42 °C (Freeman, 1987).

En la Figura 3 en relación a la TC durante la simulación del estrés calórico agudo con una temperatura ambiente promedio de 38°C, se observa que no hubo diferencia estadística entre los distintos tratamiento aplicado a los pollos. No obstante, se aprecia que los pollos que recibieron minerales en el agua, en promedio obtuvieron la menor TC (42,80 ± 0,16 °C). Siendo estas TC reportadas, menores a las registradas por Toyomizu *et al.* (2005), donde reportan una TC entre 44 y 46 °C bajo cambios de TA de 36 a 38 °C, y similares a los obtenidos por Yahav *et al.* (1997), quienes registran una TC de 42,0 ± 0,3 °C en condiciones de estrés calórico agudo, observándose

el efecto que genera la TA. En la Figura 3 se observa el NH durante la simulación de estrés calórico agudo, existiendo diferencias significativas (P=0,02), entre T1 y T3, siendo menor el nivel de los pollos suplementados con minerales en el agua (159,95 ± 4,93 insp/min), logrando disminuir las perdidas de CO₂ reacción por la cual disminuye la concentración de H₂CO₃ y H⁺, y se genera la mortalidad de los pollos.

En la Figura 4 se observa que los pollos (hembras y machos) tratados con minerales en el agua obtuvieron menor NH (P=0,035), reflejando que las hembras poseen un NH mayor (169,80 ± 6,11 insp/min), en comparación a los machos (149,40 ± 6,97 insp/min), lo cual, es comparable con los valores reportados por Becerra y Tepper (2004), donde reportan un NH en hembras de 170,174 ± 0,921 insp/min y en machos 158,319 ± 0,992 insp/min.

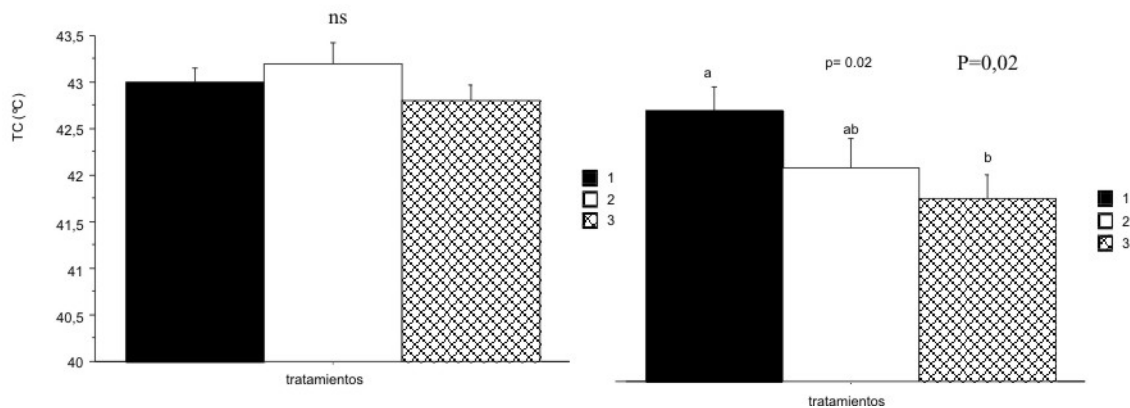


Figura 3. Promedios de temperatura corporal (TC) y nivel de hiperventilación (NH), durante la simulación del estrés agudo a los 36 días de edad de los pollos de engorde.

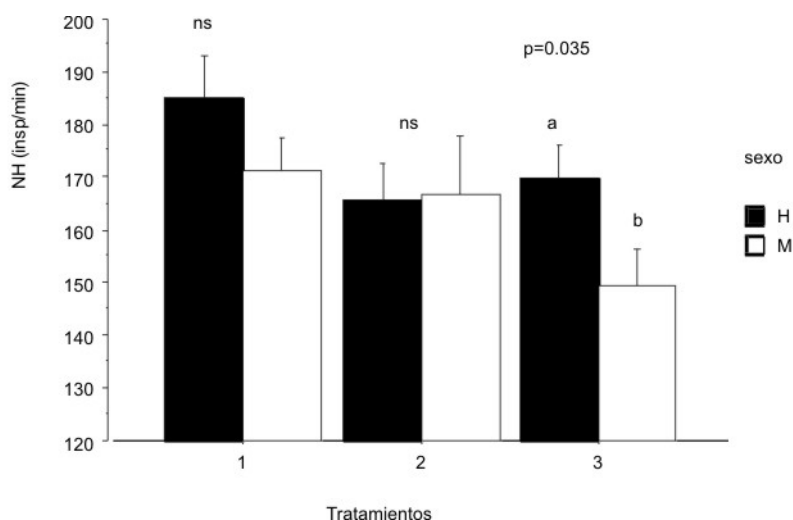


Figura 4. Promedios de Nivel de hiperventilación (NH) de acuerdo al sexo por cada tratamiento.

Tal respuesta indica, la posibilidad de que las hembras sean más vulnerables al calor, debido ha que poseen mayor habilidad de intercambiar vapor.

En relación a la M de los pollos (Cuadro 3), durante la simulación de estrés calórico agudo, disminuyó significativamente ($P < 0,001$), con la adición de minerales, principalmente en los pollos que recibieron minerales en el agua, en comparación con el grupo no tratado, disminuyendo la M en un 21,87%.

Durante la simulación de estrés calórico agudo, los pollos que no recibieron minerales en el alimento tenían el mayor NH, posiblemente debido a desbalance acido-base más un efecto atribuido al agotamiento de los mismos, se provocó una alta mortalidad en comparación a los demás tratamientos. En otros estudios se han obtenidos respuestas similares, tal como Tanveer *et al.* (2005), quienes reportan una

M de 12% en la etapa de crecimiento, adicionando minerales en el alimento, mientras que Borges *et al.* (2003), reportan 0,12% de M al adicionar 240 mEq/kg de alimento en pollos de engorde bajo condiciones de estrés, pero crónico.

CONCLUSIONES

La adición de mineral tanto en el alimento como en el agua no afectaron significativamente las variables productivas de los pollos de engorde.

La adición de minerales en el agua mejoró el desempeño fisiológico de los pollos de engorde, logrando disminuir la TC y el NH durante las condiciones de estrés calórico crónico y reduciendo la M hasta un 22% en condiciones de estrés calórico agudo.

Cuadro 3. Cantidad y porcentaje de mortalidad de los pollos durante la simulación del estrés agudo.

Tratamiento	Pollos muertos/ Total de Pollos	% Mortalidad
1	24/64	37,5a
2	20/64	31,25a
3	10/64	15,63b
P (ANAVAR)		0,001

Letras diferentes indican diferencias significativas.

Según la categoría de peso de los pollos y el tipo de adición de minerales, existe una respuesta diferente de la TC, logrando disminuir esta variable en los pollos pesados.

Se recomienda evaluar la adición de minerales en el agua o alimento en pollos de engorde separados por sexos.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto FONACIT G-2005000420, Proyecto CDCH N° 010057182004 y la empresa Soda Química C.A., por el apoyo económico

LITERATURA CITADA

Abu-Dieyeh. 2006. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5(1): 19 – 21.

Ada J. y Ortuño, R. 1999. Evaluación del comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con diferentes niveles de cloruro de sodio. XVI congreso latinoamericano de avicultura, conferencias. Lima – Perú. pp 323-326.

Barnas G., and F. Mather. 1980. Respiration during hyperthermia in the chicken as influenced by an increase in inhaled CO₂. *Poultry Science* 59:468-469.

Barragán, J. 2004. Estrés térmico en aves. *Selecciones avícolas*. 7: 423- 426.

Becerra, A. y E. Tepper. 2004. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa sobre los cambio de temperatura corporal e hiperventilación de pollos de engorde durante la etapa de finalización en una granja comercial del

estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. p 4.

Borgatti, I.; R. Albuquerque; N. Meister; I. Souza; F. Lima and N. Trindade. 2004. Performance of broiler fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 6. 153 – 157.

Borges, S, A. Ficher Da Silva and A. Maiorka. 2007. Acid-base balance in broilers. *World's Poultry Science Association*. 63: 73 – 79.

Borges, S. A, A. Fischer Da Silva, A. Majororka, D. Hooge and KCummings. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science* 82:301–308

Borges, S. A., A. Fischer Da Silva, A. Majororka, D. Hooge, and K. Cummings. 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). *Poultry Science* 83:1551–1558

Cockshott. 2004. Manejo del pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima cálido. *Poultry Middle East & North Africa*. Disponible en línea: [http://www.aviagen.com/docs/\(Manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido\).pdf](http://www.aviagen.com/docs/(Manejo%20de%20las%20aves%20en%20zonas%20de%20clima%20c_341lido).pdf). [Octubre 27, 2008].

Colina, Y., V. De Basilio, J. Rojas, y G. Martínez. 2007. Variables fisiológicas para predecir el nivel de estrés térmico de pollos de engorde en la última semana de cría. **In:** XX reunión de

- la asociación latinoamericana de producción animal. Cusco – Perú. pp. 1-5.
- De Basilio V. 2008. Alternativas nutricionales para resolver el estrés calórico en pollos de engorde. **In:** memorias del XIV Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Edo. Zulia – Venezuela. p 346.
- De Souza, B., A. Bertechini, A. Teixeira, J. De Freitas, e R. Fonseca. 2002. Efeito da suplementacao cloreto de potasio na dieta sobre o equilibrio acido-basico e o desempenho de frangos de corte no verao. *Cienc. Agrotec., lavras.* 26: 1297 – 1304.
- Estrada, M. y S. Márquez. 2005. Interacción de los factores ambientales con las respuestas del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 18: 205-252.
- Freeman, B. 1987. Body temperature and thermoregulation. **In:** *Physiology And Biochemistry Of The Domestic Fowl*, freeman b., ed., academic press, huntington (gbr), vol. 4, 365-377.
- Hoffmann G. y H. Volker. 1969. Anatomía y Fisiología de Las Aves Domesticas. Editorial Acribia. Zaragoza - España. p 122.
- INIA. 2007. Unidad Agroclimatológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Reporte de estación climatológica. Maracay - Venezuela. p 1
- Lin, H., H. Zhang, R. Du, H. Gu, Y. Zhang, J. Buyse, and E. Decuyper. 2005. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. II. Four weeks of age. *Poultry Science* 84: 1173 – 1178.
- Mather F., G. Barnas and R Burger. 1980. The influence of alkalosis on panting. *Comp. Biochem physiol.* 67: 265-268.
- May J. and B. Lott. 2001. Relating weight gain and feed: gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poultry Science.* 80: 581 - 584.
- Mushtaq, T., M. Sarwar, H. Nawaz, M. Aslam, and T. Ahmad. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight day of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Science.* 84: 1716 – 1722.
- Oliveros, Y. 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis de postgrado. Producción animal. Facultad de agronomía. Universidad Central de Venezuela. p 61
- Pérez, M. 2003. Algunos indicadores del nivel de estrés térmico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de pregrado. Facultad de agronomía. Universidad central de Venezuela. pp. 44-68.
- Smith, M. and R. Teeter. 1987. Potassium balance of the 5 to 8 week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poultry science* 66: 487 – 492.
- Smith, M. and R. Teeter. 1992. Effects of potassium chloride supplementation on growth of heat-distressed broilers. *Journal Applied Poultry Science.* 1. 321 - 324.
- Tanveer, A., M. Sawar, M. Un-Nisa, A. Ul-haq, and Z. Ul-hasan. 2005. Influence of varying source of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. *Animal Feed Science And Technology.* 120: 277 – 298.
- Teeter, R. and M. Smith. 1986. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poultry Science.* 65: 1777-1781.
- Toyomizu M., M. Tokuda, A. Mujahid and Y. Akiba. 2005. Progressive alteration to core temperatura, respiration blood acid-base balance in broiler chickens exposed to acute heat stress. *The Journal Poultry Science,* 42:110-118.
- Valancony H. 1997. Les moyens de lutte contre le coup de chaleur. *Journées de la recherche avicole,* 2, 153-160.

- Vieites, F., G. Kling De Moraes, L. Teixeira, H. Santiago, A. Cláudia, F. Álvares Da Silva, y A. Atencio. 2004. Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre Parâmetros Sangüíneos e Ósseos de Frangos de Corte aos 21 Dias de Idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33: 1520-1530.
- Whiting, T., L. Andrews, and I. Stamps. 1991. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. 1. Performance and exterior carcass quality of broilers grown under termoneutral or cyclic heat-stress conditions. *Poultry Science*. 70: 53-59.
- Yahav S., A. Straschnow, I. Plavnik, and S. Hurwitz. 1997. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poultry Science* 76:627–633.
- Zhou, W and S. Yamamoto. 1997. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, 38: 107-114.

Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época fresca y seca

Rubén Barajas Cruz^{1*}, Billy Josue Cervantes Pacheco¹, Ernesto Alonso Velázquez Elenes¹
Javier Alonso Romo Rubio¹, Jorge Aguirre Ortega², Sergio Martínez González²
y Danny Eugenio García³

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Culiacán, Sinaloa, México.

*Correo electrónica: rubar@uas.uasnet.mx.

²Universidad Autónoma de Nayarit, Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). del estación Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

Para determinar el efecto de la sombra dentro del corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época fresca y seca, se condujo durante 63 días una prueba de engorda en corral de enero a marzo de 2003. Para ello, fueron seleccionados 66 toretes encastados de Cebú ($370,14 \pm 4,28$ kg), con diseño de bloques completos al azar. Los animales fueron bloqueados por peso y alojados en corraletas con piso de tierra (6 x 12 m), los tratamientos consistieron en: a) Corraletas sin sombra (Testigo); o b) Corraletas provistas de techo que proporcionaron 3 m² de sombra por animal (Sombra). Los toretes fueron alimentados con una dieta 14:86 forraje:concentrado conteniendo PC 14% y ENm 1,85 Mcal/kg. La temperatura promedio oscilan en 22,4 °C y la precipitación de 14,2 mm. La sombra incrementó ($P < 0,01$) 4%, el peso final (462 vs 482 kg), y 16 % la ganancia diaria (1,50 vs. 1,74 kg/día). El consumo de Masa Seca (MS) no fue afectado ($P = 0,58$) por los tratamientos (10,41 vs 10,14 kg/día). La conversión alimenticia fue mejorada ($P < 0,01$) por el uso de sombra (6,94 vs 5,84). El peso en canal fue aumentado ($P < 0,01$) 5,7 % por la sombra (294,10 vs 310,95 kg). El rendimiento en canal no fue afectado ($P = 0,29$) por los tratamientos (64,5 vs 63,9 %). La ENm obtenida de la dieta fue mejorada ($P = 0,02$) por la sombra (1,866 vs 2,127 Mcal/kg). La tasa ENm observada/esperada fue mayor 14%, ($P = 0,02$) en el tratamiento con sombra (1,01 vs. 1,15). Se concluye, que el uso de sombra en el corral de engorda promueve en cerca del 14% la respuesta productiva de toretes en finalización durante la época fresca y seca en el Noroeste de México.

Palabras Clave: sombra, toretes en finalización, desempeño productivo.

Effect of shade on feedlot pen on growth performance of finishing bulls during the dry-cool season

ABSTRACT

To determine the effect of shade in feedlot pen on growth performance response of finishing bulls during the cool and dry season, a 63 days feedlot performance experiment was conducted from January to March of 2003. Sixty six Brahman crossed bull calves (males, BW = $370,14 \pm 4,28$ kg), were used in a complete block randomized experiment design. The animals were blocked by initial weight, and placed in ground pens (6 x 12 m), the treatments consisted in: a) Pens without shade (Control); or b) Pens fitted with roof that provides 3 m² of shade by animal (Shade treatment). Bulls were fed with 14:86 forage:concentrate diet containing CP 14 % and NEM 1,85 Mcal/kg. Mean temperature was 22,4 °C and total raining water was 14,2 mm. Shade increased ($P < 0,01$) 4 % final weight (462 vs 482 kg), and 16 % average daily gain (1,50 vs 1,74 kg/day). Dry matter intake was not

affected ($P = 0,58$) by treatments (10,41 vs 10,14 kg/day). Feed conversion was improved ($P < 0,01$) by use of shade (6,94 vs. 5,84). Carcass weight was increased ($P < 0,01$) 5,7 % by shade inside of pen (294,10 vs 310,95 kg). Carcass dressing was not affected ($P = 0,29$) by treatments (64,5 vs. 63,9 %). NEM obtained from the diet was improved ($P = 0,02$) by shade (1,866 vs 2,127 Mcal/kg). Observed/expected NEM ratio was 14 % higher ($P = 0,02$) in shade treatment (1,01 vs 1,15). It is concluded, that the use of shade inside of feedlot pen improves near of 14 % the growth performance response of finishing bulls during the dry-cool season in the Northwest of Mexico.

Keywords: shade, growth performance, finishing bulls.

INTRODUCCIÓN

Cuando la temperatura del aire se eleva por encima de la zona de termo neutralidad los bovinos padecen estrés por calor (NRC, 2000; Beatty *et al.*, 2006; Berman, 2009). El estrés por calor disminuye la respuesta productiva de los bovinos (Morrison, 1983), incrementa los requerimientos de energía para mantenimiento del ganado de engorda (Ames *et al.*, 1980; Morrison, 1983; NRC, 2000) e incluso altera la expresión de genes del músculo esquelético (Rhoads *et al.*, 2008). La radiación solar influye grandemente en la carga calórica que los bovinos reciben (Mader *et al.*, 2006) y altera la habilidad de estos para mantener su balance térmico (Brosch *et al.*, 1998).

El uso de sombra en el corral ha sido propuesto como una estrategia para disminuir los efectos del estrés calórico en los bovinos de engorda, de acuerdo con los resultados en condiciones de clima cálido y seco en el sur de Estados Unidos entre los 32° y 35° N, con animales bajo sombra presentaron ganancias de peso superiores en 13% o más en relación a los bovinos desprovistos de ella (Ittner y Kelly, 1951; Garrett *et al.*, 1960; Mitlohener *et al.*, 2001). Sin embargo, el beneficio de la sombra en corral de engorda ha sido cuestionado en climas templados del centro de Estados Unidos entre los 38° y 45° N (Bond y Laster, 1975; Mader *et al.*, 1999).

Los resultados comparativos del uso de sombra en las regiones tropicales y subtropicales son escasos; Barajas y Félix (2002) en las condiciones de clima caluroso y húmedo durante el verano en el Noroeste de México (24° N), observaron una mejora del 10% en la ganancia de peso y 12% en la conversión alimenticia en becerros provistos de sombra durante la primera fase de la engorda. Sin embargo, no se tiene información del posible beneficio del uso de sombras

en esas latitudes durante la época fresca y seca del año, en los bovinos durante la fase de finalización.

Este experimento se llevó a cabo con el objetivo de determinar el efecto de la sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época fresca y seca en el Noroeste de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

Este experimento se llevó a cabo del 28 de enero al 1 de abril de 2003, en las instalaciones de la Unidad Experimental para Bovinos de Engorda Intensiva en Trópico Seco de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa. Localizada a 24° 51' N y 107° 26' O, a 57 m.s.n.m. El área de estudio tiene una temperatura media anual de 24,8 °C y una precipitación media anual de 689 mm (INEGI, 2009).

Animales y tratamientos

Se utilizaron 60 toretes encastados de Cebú (370,14 ± 4,28 kg), provenientes de un mismo lote con 65 días previos de engorda. Los animales fueron pesados individualmente (báscula digital, Marca Revuelta; Modelo TH3; capacidad 3 toneladas, sensibilidad ± 0,5 kg) y de acuerdo a su peso fueron agrupados en 5 bloques de 12 toretes cada uno; con base en un diseño de bloques completos al azar (Hick, 1973), dentro de cada bloque, en grupos de 6 animales se asignaron de manera aleatoria a 1 de 2 tipos de alojamiento en que consistieron los tratamientos:

a) Corraletas con piso de tierra (6 x 12 m), equipadas con 2,4 m de comedero lineal de concreto y 0,55 m de bebedero automático, desprovistas de sombra (Testigo); o b) Corraletas similares a las

descritas para el tratamiento Testigo, pero provistas de un techo central de lamina galvanizada corrugada colocado a 3,6 m de altura y orientado de Este a Oeste, que proporcionó el equivalente a 3 m² de sombra por cabeza (Sombra).

Procedimiento experimental

Los animales fueron pesados los días 1, 22 y 63 cuando concluyó el experimento, al peso en báscula se le descontó un 4% considerado como el equivalente al contenido del tracto digestivo (NRC, 1984). Los toretes fueron alimentados con las dietas que se presentan en el Cuadro 1. El alimento fue servido 2 veces diarias (800 y 1.600g) en condiciones de libre acceso (105% del consumo del día anterior).

El alimento ofrecido se midió diariamente y el alimento rechazado se retiró antes de la servida matutina (800g) y se pesó (báscula colgante; Marca Torino; capacidad 25kg, sensibilidad $\pm 0,5g$). Muestra de alimentos y rechazos fueron secadas en estufa de aire forzado (110°C hasta peso constante; AOAC; 1995) para estimar el contenido de materia seca (MS). El consumo de MS se considero igual al ofrecido, menos el rechazo semanal.

La energía retenida (ER; mega calorías) fue derivada de las mediciones del peso corporal (PV; kg) y de la ganancia diaria de peso (GDP; kg/día) de acuerdo con la ecuación: Toretos ER (Mcal) = $(0,0562 PV^{0,75}) GDP^{1,097}$ (NRC, 1984).

Cuadro 1. Composición en base seca de las dietas utilizadas para evaluar la influencia de la sombra en la respuesta productiva de toretes finalizados en corral en la época fresca y seca.

Ingredientes	Dietas	
	Días 1 a 22	Días 23 a 63
Paja de maíz	22,5	15,2
Maíz molido	52,6	62,5
Pasta de soya	6,1	8,2
Harina de carne de cerdo	4,1	0
Melaza de caña	11,9	11,0
Ganamin Total ¹	2,8	2,9
Total	100%	100%
Análisis calculado ²		
PC, %	14,14	13,88
ENm, Mcal/kg	1,793	1,903
ENg, Mcal/kg	1,167	1,266

¹Ganamin Total (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V.), Premezcla mineral conteniendo: I₂ = 20 mg/kg; Se = 8 mg/kg; Co = 4 mg/kg; Cu = 160 mg/kg; Zn = 2,000 mg/kg; Mn = 1,200 mg/kg; Fe = 800 mg/kg; S = 0,18%; P = 0,80%; Ca = 21,28%; Na = 4,72%; Cl₂ = 7,28%; Vitamina A = 64,000 UI/kg; Vitamina E = 20,000 UI/kg; Vitamina D = 300 UI/kg; Proteína cruda (NNP de urea) = 67,68%, y 1 g/kg de monensina sódica de Rumensin 200® (Elanco Animal Health).

²Calculado partir de valores publicados (NRC, 2000).

El contenido de energía neta para mantenimiento y ganancia fue calculado asumiendo un incremento de la producción de calor constante (MQ) de 0,077 PV^{0,75} Mcal/día (Lofgreen y Garrett, 1968), que se estableció como el requerimiento diario de ENm en relación con el peso de los bovinos. A partir de las estimaciones de RE y MQ, los valores de ENm y ENg de la dieta fueron obtenidos por un proceso iterativo (Zinn, 1987), fijando una ENg (Mcal) = (0,877 ENm)-41 (NRC, 1984). Los valores de EN obtenidos fueron divididos entre los valores esperados de EN, para estimar el impacto del estrés calórico en el uso de la energía de los toretes.

La temperatura del aire fue tomada de la estación meteorológica más cercana. Una vez completados los 63 días de finalización en la engorda, los toretes fueron sacrificados en un rastro sujeto a la supervisión de la sanitaria del Gobierno del Municipio de Culiacán, Sinaloa. El peso de la canal caliente fue obtenido y se calculó el rendimiento en canal como porcentaje del peso final.

Análisis Estadístico.

Los resultados fueron analizados como un experimento en bloques completos al azar (Hicks, 1973), cada corraleta (promedio de 6 toretes) constituyó la unidad experimental y se fijó un nivel de $\alpha \leq 0,05$ para aceptar diferencia estadística. Los cálculos estadísticos se efectuaron con el módulo de ANOVA/COV del procedimiento GLM del programa Statistix 8 (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura promedio durante el experimento (28 de enero al 1 de abril de 2003) fue de 23,1 \pm 1,9°C (máxima 30,2 \pm 3,3 °C, y mínima 15,9 \pm 1,9 °C), la lluvia total acumulada fue 14,2 mm. Estos datos implican que a pesar de ser la época fresca y seca en el sitio en que se desarrolló la prueba, en algunos momentos los animales estuvieron sometidos a temperaturas por encima de su zona de termoneutralidad.

Los toretes que estuvieron protegidos con sombra en corral resultaron un peso final 4,4% mayor ($P < 0,01$) que los animales desprovistos de ella. El uso de sombra aumentó ($P < 0,01$) en 16% la ganancia diaria de peso de los animales (Cuadro 2).

El incremento de peso muestra el beneficio del uso de sombra en toretes en finalización aun durante la época fresca y seca en regiones con clima caluroso, tal como ha sido observado en bovinos finalizados durante la época calurosa tanto en climas secos (Garret *et al.*, 1960; Mitlohener *et al.*, 2001), así como en la estación calurosa y lluviosa en la misma región que se desarrolló el actual experimento (Barajas y Felix, 2002; Barajas *et al.*, 2009).

Es conveniente tener en cuenta, que el material utilizado para proporcionar la sombra en este trabajo fue lámina galvanizada, el material que es más empleado en los grandes corrales de engorda con capacidad para miles de bovinos; la industria de la carne lo prefiere por cuestiones prácticas: es ligero, durable y proporciona una sombra más eficiente que materiales como la polisombra; aunque sin lugar a dudas la mejor calidad de sombra la proporcionan los árboles, de igual manera techos fabricados con materiales naturales como pajas, ramas u hojas poseen propiedades aislantes superiores a la sombra metálica (Blackshaw y Blackshaw, 1994).

El consumo de alimento no fue afectado ($P = 0,58$) por la presencia de sombra; sin embargo la conversión alimenticia fue mejorada ($P < 0,01$) en 15,8% cuando los animales estuvieron bajo de sombra. La mejora en la conversión alimenticia por efecto de la sombra ha sido señalada previamente por una serie de autores (Garret *et al.*, 1960; Mitlohener *et al.*, 2001; Barajas y Felix, 2002); en varios trabajos la sombra no ha modificado el consumo de alimento (Bond y Laster, 1975; Mader *et al.*, 1999; Barajas *et al.*, 2009).

La provisión de sombra en el corral aumento ($P = 0,02$) en 14% y 18%, la retención de energía neta para mantenimiento y ganancia, respectivamente. La ENm observada/esperada de los animales desprovistos de sombra fue de 1,01; lo que implica que los toretes alojados en corrales sin sombra, respondieron productivamente de acuerdo a lo que se esperaría en base al contenido energético de la dieta que consumieron; sin embargo, en los toretes alojados en corrales provistos de sombra el valor de ENm observada/esperada fue de 1,15, lo cual indica una disminución en 14%, de la energía destinada a mantener su balance térmico (Brosch *et al.*, 1998) y en deshacerse de la carga calórica que proviene de la radiación solar directa (Mader *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Efecto de la sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes finalizados en trópico seco durante la época fresca y seca.

Variables	Tratamientos		EEM ¹	Valor de <i>P</i>
	Sin Sombra	Con Sombra		
Toretos, n	30	30		
Corraletas, n	5	5		
Días en prueba	63	63		
Peso inicial (kg) ²	367,8	372,5	4,28	0,29
Peso final (kg) ²	462,0	482,2	6,75	< 0,01
GDP (kg/día) ³	1,50	1,74	0,07	< 0,01
Consumo de MS (kg/día)	10,41	10,14	0,47	0,58
Consumo/ganancia	6,94	5,84	0,29	< 0,01
Energía Neta de la dieta				
ENm (Mcal/kg) ³	1,87	2,13	0,09	0,02
ENg (Mcal/kg) ³	1,23	1,46	0,08	0,02
Energía Neta Observada/esperada				
ENm	1,01	1,15	0,05	0,02
ENg	1,01	1,19	0,07	0,02
Canal caliente				
Peso (kg)	294,10	310,95	4,69	< 0,01
Rendimiento (%)	64,5	63,92	0,57	0,29

¹ Error estándar de las medias.

² Se descontó 4 % como un estimado del contenido del TGI (NRC, 1984).

³ GDP = Ganancia diaria de peso; ENm = Energía neta de mantenimiento; ENg = Energía neta de ganancia.

La disminución ($P = 0,02$) en el gasto de ENm sugiere que el uso de la sombra redujo el impacto del estrés calórico en los toretes (Ames *et al.*, 1980; Morrison, 1983; NRC, 2000). Lo anterior permitió a los animales disponer de una mayor energía propósitos productivos, lo que se corrobora con el 18%, de aumento ($P = 0,02$) en la retención de ENg en relación al tratamiento sin sombra (1,01 vs 1,19). En adición, la disminución en la retención de energía del alimento en los animales del grupo Testigo que no contaron con la protección de la sombra (Cuadro 2), puede estar influida por una menor

capacidad para absorber los nutrientes, recientemente se ha establecido que en varias especies, el estrés calórico induce una disminución en la irrigación intestinal, daño a la barrera intestinal, inflamación y reducción en la capacidad del intestino para absorber nutrientes (Lambert, 2009; Liu *et al.*, 2009);

El peso de la canal en los animales fue significativamente incrementado por la sombra ($P < 0,01$) en 5,7% y confirma el aumento de la retención de energía en el cuerpo de los animales en este tratamiento.

Este resultado concuerda con el 6,7% de aumento del peso de la canal por la sombra en toretes engordados durante la época cálida y lluviosa (Barajas *et al.*, 2009)

Al tiempo que la ausencia de efecto de los tratamientos ($P = 0,29$) en el rendimiento de pía a canal ($64,2 \pm 0,57\%$), sugiere una similitud en el peso proporcional de la vísceras, así como el contenido del tracto digestivo que se corresponde con la igualdad en el consumo de MS ($P = 0,58$) señalada anteriormente. El incremento del peso en canal por la sombra

CONCLUSIÓN

Los resultados de la presente investigación sugieren que los bovinos finalizados en áreas con climas cálidos, pueden encontrarse en condiciones de estrés calórico durante la época fresca y seca del año, y consecuentemente el uso de la sombra en el corral de engorda es favorable para reducir el efecto detrimental del estrés calórico en la respuesta productiva.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a “Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V” y a su propietario el Ing. Regulo Terraza Romero por facilitar los animales y el alimento para llevar a cabo la investigación, de igual manera se agradece a Fundacion Produce Sinaloa, A.C. y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnologia de Sinaloa, A.C. por el financiamiento parcial para realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC. 1995. pp. 245-317.
- Ames, D. R., D. R. Brink, and C.L. Willms. 1980. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *J. Anim. Sci.* 50(1):1-6.
- Barajas, R. and J.A. Felix. 2002. Effect of shade in feedlot pen on growth performance of Brahman bull calves during heat raining season under Mexican dry tropic environment. *J. Anim. Sci.* Vol. 80 (Suppl. 1):229.
- Barajas, R., B.J. Cervantes, J.A. Romo, F. Juarez, M.A. Espino, and E.A. Velazquez. 2009. Influence of pen-shade on feedlot performance and carcass characteristics of bulls naturally exposed long time to high temperature. *Proceedings, Western Section of American Society of Animal Science*, Vol. 60:112-115.
- Beatty, D.T., A. Barenas, E. Taylor, D. Pethick, M. McCarthy, and S.K. Maloney. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *J. Anim. Sci.* 84 (4):972-985.
- Berman, A. 2009. Predicted limits for evaporative cooling in heat stress relief of cattle in warm conditions. *J. Anim. Sci.* 87 (9):3413-3417.
- Blackshaw, J.K. and A.W. Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 34(2):285-295.
- Bond, T. E. and D. B. Laster. 1975. Influence of shading on production of midwest feedlot cattle. *Transactions of the ASAE.* 16 (5): 957-959.
- Brosh, A., Y. Ayharoni, A. A. Degen, D. Wright, and B.A. Young. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. *J. Anim. Sci.* 76 (10):2671–2677.
- Garrett, W. N., T. E. Bond, and C. F. Kelly. 1960. Effect of air velocity on gains and physiological adjustments of Hereford steers in a high temperature environment. *J. Anim. Sci.* 19 (1): 60-66.
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments.* Holt, Rinehart and Wiston, New York. p 349.
- INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Available in: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/sin/temper-tot-ens.cfm?c=212&e=25&CFID>
- Ittner, N.R. and C.F. Kelly. 1951. Cattle shades. *J. Anim. Sci.* 10 (1):184-194.
- Lambert, G.P. 2009. Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and inflammatory effects. *J. Anim. Sci.* 87 (E. Suppl.): E101-E108.

- Liu, F., J. Yin, M. Du, P. Yan, J. Xu, X. Zhu, and J. Yu. 2009. Heat-stress-induced damage to porcine small intestine epithelium associated with downregulation of epithelial growth factor signaling. *J. Anim. Sci.* 87 (6):1941-1949.
- Lofgreen, G. P. and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27(3):793-806.
- Mader, T. L., J. M. Dahlquist, G. L. Hahn, and J. B. Gaughan. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 77 (8):2065-2072.
- Mader, T.L., M.S. Davis, and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle *J. Anim. Sci.* 84 (3):712-719.
- Mitlohener, F. M., J. L. Morrow, J. W. Dailey, S. C. Wilson M. L. Galyean, M.F. Miller, and J. J. McGlone. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79 (9):2327-2335.
- Morrison, S. R. 1983. Ruminant heat stress: effect on production and means of alleviation. *J. Anim. Sci.* 57 (6): 1594–1600.
- NRC. 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (6th Ed.) National Academy Press, Washington, D.C. p. 90.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Update 2000 (7th Revised Ed.) National Academy Press, Washington, D.C. p. 232.
- Rhoads, R., M.D. Obrien, K. Greer, L. Cole, S. Sanders, J.B. Wheelock, and L.H. Baumgard. 2008. Consequences of heat stress on the profile of skeletal muscle gene expression in beef cattle. *The FASEB* 22 (1):1165 (Abstract).
- Statistix. 2003. *Statistix User's Manual*, Release 8.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Zinn, R.A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65 (1):256-266.

Primer hallazgo en Venezuela de huevos de *Schistosoma mansoni* y de otros helmintos de interés en salud pública, presentes en heces y secreción mucosa del molusco terrestre *Achatina fulica* (Bowdich, 1822)

Matinella Liboria^{1*}, Gustavo Morales², Sierra Carmen¹, Silva Isbelia¹, y Pino Luz A.²

¹Dirección General de Salud Ambiental, Laboratorio Malacológico, Control de Vectores, Reservorios y Fauna Nociva. Av. Pérez Bonalde, Maracay, estado Aragua, Venezuela. *Correo electrónico:liboriam@hotmail.com.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Laboratorio de Parasitología, Av. Las Delicias. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

RESUMEN

Con el propósito de determinar la presencia de parásitos en heces y la secreción mucosa de 253 caracoles correspondientes al Sector El Limón, municipio Mario Briceño Iragorry, Maracay, estado Aragua. Fueron colectados (452) ejemplares de *Achatina fulica* quienes conformaron 12 grupos pertenecientes al estado Aragua y 2 al estado Portuguesa. Al analizar las muestras de heces resultaron positivos a huevos de *Schistosoma mansoni* el 8,70%, *Trichuris* spp. 2,77% y *Hymenolepis* spp. 5,93%,. Mientras que de los 90 caracoles *A. fulica*, procedentes del Sector La Pedrera, del municipio Girardot, Maracay, estado Aragua, en 10,42% se evidenció la presencia de larvas de *Strongyloides* spp. en heces y en 9,52% de los mismos, al evaluar la secreción mucosa. En la evaluación parasitológica de la secreción mucosa realizado a todos los grupos de caracoles *A. fulica*, tanto del estado Aragua como de Portuguesa, no se evidenció la presencia de larvas infectantes de *Angiostrongylus* spp. Por otra parte, se constató la viabilidad de los huevos de *S. mansoni*, lo cual permitió demostrar el mantenimiento del ciclo biológico del parásito. Basados en los resultados obtenidos se concluye que *A. fulica* es una especie de importancia médica en Venezuela, por su valor como transportador mecánico de diferentes especies de helmintos y un indicador de las infecciones parasitarias en la población humana.

Palabras clave: *Achatina fulica*, huevos de *Schistosoma mansoni*, helmintos, angiostrongilosis, salud pública, Venezuela.

First finding in Venezuela of *Schistosoma mansoni* eggs and other helminths of interest in public health found in faeces and mucous secretion of the mollusc *Achatina fulica* (Bowdich, 1822)

ABSTRACT

In order to determine the presence of parasites in faeces as well as in mucous secretion of *Achatina fulica* snails (452) snails were collected. Twelve (12) groups from Aragua state and 2 from Portuguesa state were conformed. Of 253 evaluated snails corresponding to El Limón sector, Mario Briceño Iragorry municipality, Maracay, Aragua state, 8,70% turned out positive to eggs of *Schistosoma mansoni*, 2,77% *Trichuris* spp. and 5,93% *Hymenolepis* spp., when analyzing the faeces samples. Whereas for the 90 *A. fulica* snails from La Pedrera sector, Girardot municipality, Aragua state, in 10,42% was evidenced the presence of *Strongyloides* spp. larvae in faeces and in 9,52% of the same, when evaluating mucous secretion. The mucous secretion parasitological evaluation performed on every *A. fulica* snails groups, from Aragua state as well as from Portuguesa state, did not evidenced the presence of *Angiostrongylus* spp. infecting larvae. However, it was confirmed the viability of *S. mansoni*

eggs, which demonstrated the maintenance of the biological cycle of the parasite. Based on the obtained results it is concluded that *A. fulica* it is a species of medical importance in Venezuela, due to it's value as a mechanic transporter of different helminths species and as an indicator for parasitic infections within the human population.

Keywords: achatina fulica, Schistosoma mansoni eggs, helminths, angiostrongylosis, public health, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Con frecuencia el traslado de especies exóticas de un continente a otro se realiza de manera accidental, inconsciente o por desconocimiento de las consecuencias que pueden causar sobre las especies autóctonas, el medio ambiente o como agentes de enfermedades en la población humana o animal.

En el caso de *Achatina fulica*, se realiza de manera involuntaria al transportar plantas o materia del suelo con sus huevos, y de forma intencional mediante la comercialización como fuente de alimento o mascota (NAPPO-PAS, 2003). Por su carácter de especie introducida tiene facilidad para colonizar muchos hábitats, como también ocurre en las especies acuáticas del género *Thiara*, empleadas en el control biológico de *Biomphalaria glabrata* (Arata, 1984), desplaza las especies autóctonas y modifica los factores del ecosistema que garantizan el equilibrio ecológico.

La especie *A. fulica* es originaria de África Ecuatorial y Oriental, y en países como Kenia y Tanzania, sirve de alimento para la población. En la Cuenca del Caribe incluyendo Barbados, Santa Lucía, Martinica y Guadalupe se reporta como

especie invasora (Navas, 2007). La penetración y distribución del caracol *A. fulica* en los países del continente americano ocurrió probablemente en la década de los años treinta. En Venezuela, Martínez (1997), reportó su presencia en el Distrito Capital y en el estado Portuguesa. Actualmente, existen poblaciones del caracol en los estados Nueva Esparta, Sucre, Portuguesa, Zulia, Carabobo y Aragua.

En lo que respecta a la importancia de la especie en el ámbito agrícola y ecológico, se considera *A. fulica* un caracol terrestre que experimenta un crecimiento explosivo, por tal razón, se ubica como plaga de cultivos siendo capaz de alimentarse de una amplia variedad de especies de plantas. En el período de sequía, los caracoles buscan un lugar protegido que les sirva de refugio (bajo piedras, ramas, grietas, árboles, etc.), durante el cual las poblaciones cesan su vida activa, cuando las condiciones ambientales de temperatura y humedad retornan favorables para los moluscos, rompen el epifragma y salen del letargo para comenzar a alimentarse vorazmente (Figura 1). Conociendo su ritmo biológico, es pertinente implementar las estrategias de prevención vigilancia y control descritas por Matinella y Sierra (2008).

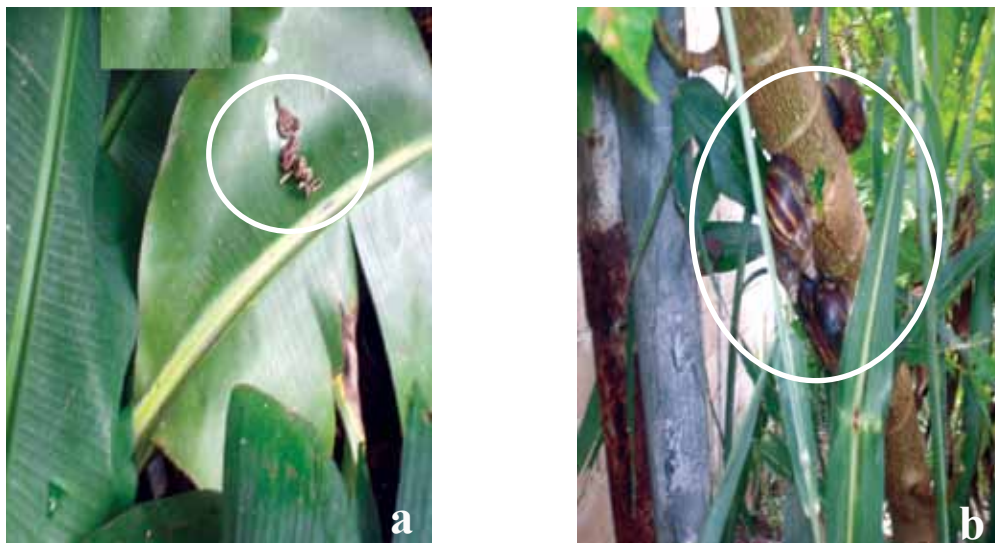


Figura 1. *Achatina fulica*: a) Deposition de heces en cultivo de plátano y b) Presencia en plantaciones de caña de azúcar.

La reciente aparición y proliferación de *A. fulica* en Maracay estado Aragua, causó pánico y alarma en los habitantes, lo que indujo a la población a realizar denuncias por presentar serios problemas en los cultivos, devastación de jardines y proliferación en el domicilio humano. Un estudio realizado por Fernández (2007), menciona la presencia de *A. fulica* en superficies planas como paredes de las viviendas y otras edificaciones. Además del daño agrícola y ecológico, *A. fulica* tiene impacto en la salud humana, por ser hospedador susceptible para transmitir dos nemátodos como son *Angiostrongylus cantonensis*, que produce la angiostrongilosis meningoencefálica y *A. costaricensis* que causa la angiostrongilosis abdominal, este último se encuentra distribuido en el continente americano, en países como Costa Rica, Honduras, Panamá, Venezuela, Brasil, México, El Salvador, Guatemala, Estados Unidos, Colombia y Ecuador (Morera y Céspedes, 1973).

La afección en humanos ocurre a través de la secreción mucosa, cuando esta contiene las larvas infectantes de tercer estadio de *Angiostrongylus* spp. Al respecto, Iglesias *et al.* (1996), demostraron la importancia de diferenciar entre la baba y la secreción mucosa del caracol. Otros estudios realizados por farmacéuticos y dermatólogos han servido para aclarar que la baba de caracol o cryptosina, es el fluido que utiliza este para desplazarse y carece de cualquier propiedad saludable para la piel.

Sin embargo, la secreción mucosa del caracol, es la sustancia que este animal produce como mecanismo frente a provocaciones o agresiones de diversa índole, y contiene proteasas, enzimas fibrinolíticas, antibióticos naturales, y otras sustancias con probada actividad biológica, como alantoína, colágeno, elastina, ácido glicólico y diversas vitaminas que ayudan a reparar la piel. En base a estas consideraciones se ha establecido realizar un estudio para evaluar parasitológicamente la materia fecal y la secreción mucosa de *A. fulica*, cuyos hallazgos revisten incalculable importancia en la economía agrícola y la esfera sanitaria donde esta especie participa activamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedencia de los caracoles

Las primeras muestras de caracoles recibidas en el Laboratorio Malacológico, adscrito a la Dirección

General de Salud Ambiental, Control de Vectores, Reservorios y Fauna Nociva, del Ministerio del Poder Popular para la Salud y Protección Social, procedían de El Limón, Sector Los Rauseos, municipio Mario Briceño Iragorry del estado Aragua y luego se consideraron otros sectores de los estados Aragua y Portuguesa; la recolección de los mismos estuvo a cargo del personal del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, (INSAI), adscrito al Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras. En los Cuadros 1 y 2 se presenta la información de la procedencia de los caracoles *A. fulica* y otras especies de caracoles, respectivamente.

Identificación de los caracoles

La identificación de los caracoles *A. fulica*, se realizó en base a los estudios de taxonomía relacionados a la especie, confirmada por Martínez y Martínez (1997). Además se utilizaron las claves suministradas por Malek y Cheng (1974), para clasificar las especies acuáticas *Thiara granifera*, *T. tuberculata*, *Pachycheilus laevisissimus* y caracoles terrestres pertenecientes a la familia Strophocheilidae.

Mantenimiento de los caracoles

Los ejemplares de *A. fulica*, fueron mantenidos en un área anexa al Laboratorio Malacológico, con temperatura de 23 a 26°C, humedad relativa de 73% - 78%, iluminación con ciclos de 12 horas y alimentación a base de lechuga fresca *ad libitum*. De igual manera los caracoles acuáticos y terrestres, fueron mantenidos en micro hábitats.

Obtención de crías

Se conformó un grupo de 6 caracoles *A. fulica* adultos, procedentes de El Limón sector El Piñal, con el propósito de obtener crías, las cuales fueron separadas de sus progenitores a los 47 días de nacidas y colocadas en el micro hábitat aledaño al Laboratorio Malacológico, controlando los parámetros físicos, químicos y biológicos.

Medición de los caracoles

El diámetro de los caracoles se obtuvo midiendo la distancia máxima entre el punto del labio exterior y el punto externo opuesto a la concha, mientras que la altura se determinó midiendo la distancia desde el ápice hasta el nivel más bajo de la concha. Para ambas mediciones se utilizó un vernier.

Cuadro 1. Procedencia de los caracoles *Achatina áulica*.

Estado/Municipio	Sector	Nº de caracoles recibidos
Aragua/ Mario Briceño Iragorri	El Limón (Los Rauseos)	190
Aragua/ Mario Briceño Iragorri	El Limón (El Piñal)	63
Aragua/ Girardot	La Pedrera	97
Aragua/Girardot	La Cooperativa	27
Aragua/Girardot	San Ignacio	03
Aragua/Girardot	Urb. Cantarrana	05
Aragua/ Zamora	San Francisco de Asís	29
Aragua/ Girardot	Urb. Andrés Bello	08
Aragua/Girardot	Urb. El Centro	02
Aragua/Girardot	Las Delicias	01
Aragua/Girardot	Urb. Parque Aragua	01
Aragua/ Mario Briceño Iragorri	Caña de Azúcar	02
Portuguesa/ Araure	Araure	13
Portuguesa/ Páez	Guanare	11
Total		452

Cuadro 2. Procedencia de caracoles acuáticos y otras especies terrestres.

Estado/Municipio	Sector	Nº de caracoles recibidos
Aragua/ municipio Costa de Oro	Las Monjas	08
Aragua/ municipio Zamora	Puente Guárico	99
Aragua/ municipio Girardot	Parque Henry Pittier	01
Aragua/ municipio Girardot	La Soledad	25
Aragua/ municipio Girardot	Paraparal	15
Total		148

Análisis parasitológico

Los análisis de Laboratorio se basaron en extendidos de la secreción mucosa y las heces producidas por los caracoles. Dos técnicas fueron utilizadas para el diagnóstico de helmintos en muestras de heces de los caracoles *A. fulica*, la Kato cualitativa (Carico, 1990), que permite el despistaje de varias parasitosis en una misma muestra, y la Kato-Katz cuantitativa (OMS, 1994), la cual se basa en concentrar y cuantificar de una manera sencilla el número de huevos del parásito por gramo de heces. El análisis de la secreción mucosa, se realizó a través de una técnica de Verificación Directa.

Para facilitar el trabajo, los caracoles fueron agrupados de acuerdo al sector de su procedencia y posteriormente, dentro de cada sector se conformaron diferentes grupos. Seguidamente, para realizar la evaluación parasitológica se recolectaron muestras de heces y secreción mucosa de los caracoles pertenecientes a dos grupos de diferentes sectores hasta evaluar la totalidad de los moluscos recolectados.

Análisis parasitológico en heces

La técnica Kato cualitativa

Las muestras de heces de cada caracol (aproximadamente 50 mg) fueron colocadas con aplicador de madera en láminas portaobjeto y cubierta con tira de celofán, debidamente preparada. Para difundir la muestra se presionó con un tapón hasta extenderla en un área de 20-25 mm de diámetro, luego las láminas contentivas de las muestras se expusieron por 10 minutos bajo estímulo de luz artificial, y posteriormente fueron observadas al microscopio compuesto con objetivo de 40X.

La técnica Kato-Katz cuantitativa

El procedimiento consistió en pasar 50 mg de heces de cada uno de los caracoles a través de un tamiz, con la finalidad de obtener muestras libres de residuos fecales, en este procedimiento fue empleado el Kit recomendado por la OMS (1994). Posteriormente, los siguientes pasos fueron iguales a los seguidos en el protocolo anterior. Para cuantificar el número de huevos en 50mg de heces, se multiplicó la cantidad de huevos observados en cada lámina por 24, cifra constante (Botero y Restrepo, 1992).

Análisis parasitológico de la sustancia mucosa por medio de la Técnica de Verificación Directa

Para la evaluación de la sustancia mucosa, los caracoles se agruparon de igual manera que para la evaluación de las heces, considerando que los moluscos durante la valoración pudieran encontrarse en fase de evolución de la infección por *Angiostronylus* spp.

La técnica consistió en colocar 10 caracoles en bandejas individualizadas para extraerles, con la ayuda de una espátula, una cantidad equivalente a 20mg de secreción mucosa, directamente del órgano céfalo-podal, la cual se colocó en láminas portaobjetos con dimensiones 75x37 mm. El número de láminas analizadas fue de 2 a 5, dependiendo de la talla del caracol y la cantidad de secreción mucosa producida. Las láminas se observaron directamente al microscopio compuesto bajo objetivo de 40X.

Verificación de la viabilidad de los huevos de *Schistosoma mansoni*

Para la verificación de huevos viables, se utilizó la técnica de Obtención de miracidios a partir de heces descrita por Cesari y Alarcón de Noya (1987), la cual consistió en colocar las heces de los caracoles *A. fulica* en un vaso cónico, para ser macerados y mezclados con agua fría, esta suspensión se ubicó en la nevera a 4°C. Transcurrido 15 minutos se descartó la fase fluida para añadir nuevamente agua fría, estos lavados fueron ejecutados hasta obtener una fase fluida límpida y transparente, el último lavado se realizó con agua declorinada natural, la cual fue expuesta a la luz de una lámpara para estimular la eclosión de los huevos. Con los miracidios obtenidos se infectaron 12 caracoles *B. glabrata* (6 miracidios por caracol).

Inoculación experimental de ratones

Las cercarias de *S. mansoni* (Figura 2), obtenidas de caracoles *B. glabrata*, se concentraron para infectar 5 ratones *Mus musculus*, con pesos entre 29 y 32 gramos. Cada uno fue inoculado con 20 cercarias, utilizando la técnica de Infección percutánea de ratones por cola (Cesari *et al.*, 1987). A los 45 días de postinoculación, los ratones fueron sacrificados para constatar la presencia de huevos de *S. mansoni* en el hígado y de los parásitos adultos a nivel de las venas mesentéricas (Matinella, 2001).

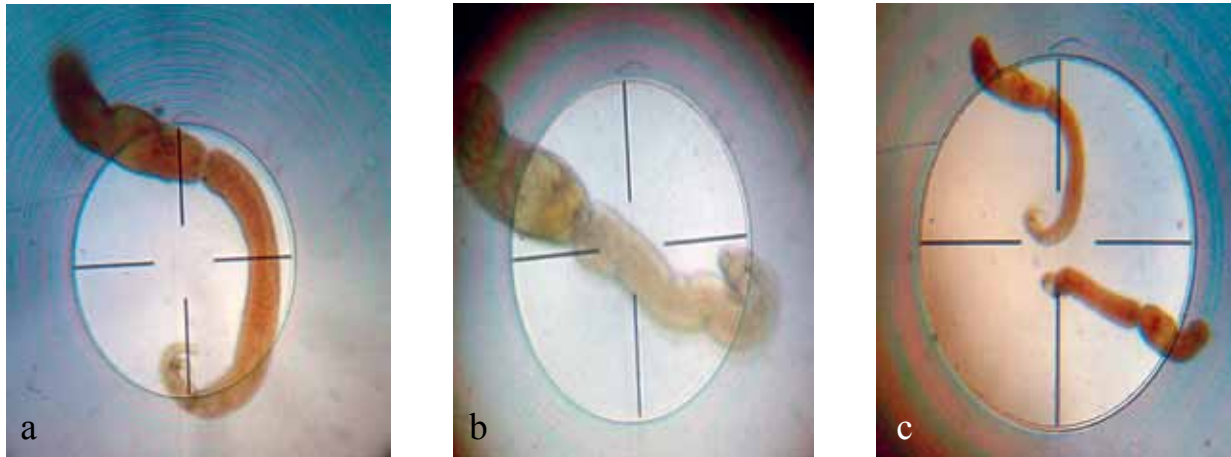


Figura 2. (a, b y c) Cercarias de *Schistosoma mansoni* obtenidas de *Biomphalaria glabrata*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. fulica no sólo perjudica la economía y ecología, sino que afecta también la esfera sanitaria (Figueredo, 1996). Es hospedador intermediario de dos nemátodos *Angyostrongilus cantonensis* y *A. costaricensis*. Chrosciechowski (1977) señaló que debía ser considerado una amenaza potencial, ya que la Angiostrongylosis podría instalarse en Venezuela, reportándose el primer caso por Incani *et al.* (2007).

Sin embargo, el examen parasitológico de la secreción mucosa realizado a todos los moluscos *A. fulica*, tanto del estado Aragua como de Portuguesa, no evidenció la presencia de larvas infectantes de tercer estadio de *Angiostrongylus* spp. *A. áulica*. También se ha reportado como hospedador intermediario de la bacteria Gram negativa, *Aeromonas hydrophila*, que causa diversos tipos de síntomas, principalmente en las personas con sistemas inmunológicos delicados. (Robinson, 2002).

En lo que respecta a los hospedadores intermediarios de *Angiostrongylus* spp., Chrosciechowski (1977), reseñó la falta de especificidad en cuanto a la aceptación de estos y de sus portadores. Además hace referencia a los trabajos realizados por algunos investigadores, en donde se reportan diversas especies de moluscos terrestres y de agua dulce como caracoles y babosas, infectados por vía natural o experimental, hospedando larvas infectantes en su tercera fase. Entre estos moluscos se encuentran *B. glabrata*, *B. havanensis*, *B. straminea* y *Marisa cornuarietis*, especies presentes en Venezuela.

En otros estudios se han indicado que los hospedadores paraténicos, o portadores naturales y experimentales de las larvas de *A. cantonensis* en su tercera fase son organismos tanto de sangre caliente, como de sangre fría, aunque se muestran como más eficientes a estos últimos.

El humano puede infectarse accidentalmente ingiriendo las larvas de tercer estadio, o los hospedadores paraténicos que se hayan nutrido de estos moluscos, además la infección puede ocurrir por ingerir verduras que no hayan sido bien lavadas que estén contaminadas con la sustancia mucosa de los moluscos que contengan las larvas de *Angyostrongilus* spp. (Brown, 1980). En el humano, el nemátodo no completa el ciclo vital, sino que muere en el sistema nervioso central.

De los 452 caracoles recolectados, sólo resultaron positivos 253 procedentes de El Limón (El Limón, Los Rauseos y El Piñal) y 90 de la Pedrera. (Cuadro 3). En el primer caso se observó que el mayor número de caracoles estaba infectado con huevos de *S. mansoni*, resultando positivos 22 (8,70%); 7 (2,77%) a *Trichuris* spp., y 15 (5,93%), a *Hymenolepis* spp. En cuanto a los 90 caracoles del sector La Pedrera, 5 (10,42%) resultaron positivos a *Strongyloides* spp., en muestras fecales. No obstante, cuando se evaluó la secreción mucosa se determinó que 4 caracoles lo que representan el (9,52%) resultaron positivos a *Strongyloides* spp. Se evidenció completa negatividad para *Angiostrongylus* spp.

Cuadro 3.- Valor porcentual de caracoles *Achatina fulica* positivos a diferentes parásitos en los sectores de El Limón y La Pedrera.

Sector positivo	Caracoles evaluados	Caracoles positivos a <i>S. mansoni</i> en heces	Caracoles positivos a <i>Trichuris</i> spp. en heces	Caracoles positivos a <i>Hymenolepis</i> spp. en heces	Caracoles positivos a <i>Strongyloides</i> spp. en heces	Caracoles positivos a <i>Strongyloides</i> spp. en secreción mucosa
El Limón, Los Rauseos y El Piñal	253	22 (8,70%)	7 (2,77%)	15 (5,93%)		
La Pedrera	90				5 (10,42%)	4 (9,52%)

Las cargas parasitarias de los diferentes parásitos diagnosticados en *A. fulica* se presentan en el Cuadro 4. Para *S. mansoni* la mayor carga parasitaria determinada en las 89 láminas con muestras de heces positivas fue de 288 huevos por gramo de heces (hpg.h⁻¹), 7 láminas resultaron positivas a *Trichuris* spp., con carga parasitaria de hasta 72 gramos por heces (hpg.h⁻¹), mientras que para *Hymenolepis* spp. 8 láminas presentaron abundantes embrioforos, 9 láminas resultaron positivas a larvas de *Strongyloides* spp., 5 láminas con muestras de heces y 4 con secreción mucosa, (Figura 3). Estos resultados indican una transmisión parasitaria circulante en la población humana o murina.

Al respecto, Morales *et al.* (1999), reportaron que uno de los elementos favorables para la transmisión de las infecciones por *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* y Anquilostomideos (*Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*), son las regiones con humedad relativa elevada, factor que explica la correlación positiva entre estos parásitos y la actividad biológica de *A. fulica*, este aspecto debe ser considerado por el Programa de Parasitosis Intestinales y Esquistosomosis, ya que el 2,77% de caracoles positivos correspondió a *Trichuris* spp. (Cuadro 3).

Por otra parte, cuando se evaluaron las crías provenientes de los caracoles positivos a huevos de *S. mansoni* y a otros parásitos intestinales, procedentes de El Limón, sector El Piñal y nacidos en el área aledaña al Laboratorio Malacológico (Figura 4), se comprobó la negatividad de parásitos tanto en heces

como en la secreción mucosa, como se evidencia en el Cuadro 5.

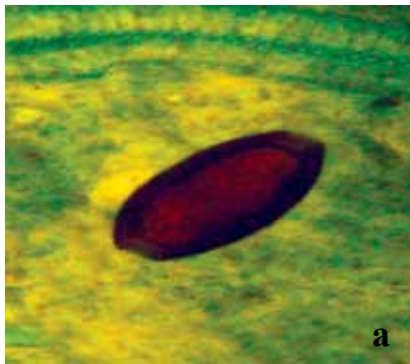
La negatividad de las crías a huevos de *S. mansoni* y otros parásitos intestinales se debió al hábitat dispuesto experimentalmente, y nos indica que en zonas contaminadas estos moluscos pudieran infectarse y ser útiles para identificar los géneros de parásitos presentes en los humanos de la localidad.

En relación a los huevos de *S. mansoni*, se obtuvo importante información de sus embriones. En la Figura 5, se observa que el interior del miracidio no contiene el embrión, debido al proceso de preparación de las técnicas de Kato y Kato-Katz, mientras que en la Figura 6, se evidencian huevos de *S. mansoni* con miracidios bien definidos y viables, obtenidos a partir de las heces del molusco terrestre *A. fulica*. De estos huevos, se obtuvieron los miracidios que se utilizaron para infectar caracoles *B. glabrata*, para quienes Pino *et al.* (1999), proponen una metodología para la escogencia de los mismos con la finalidad de mantener el ciclo de *S. mansoni* en condiciones de laboratorio.

Posteriormente, las cercarias obtenidas de *B. glabrata* alcanzaron su estado adulto al ser inoculadas en *M. musculus*. Por tal motivo, *A. fulica* podría considerarse como una alternativa a evaluar para el mantenimiento de huevos viables en el Laboratorio Malacológico, lo que confiere a esta especie importancia en investigaciones para estudios comparativos en cuanto a la obtención de huevos viables entre la cepa de *A. fulica* y *M. musculus*.

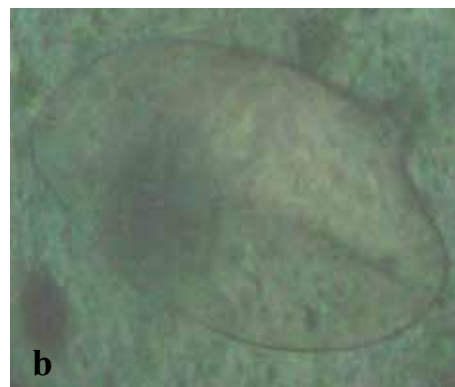
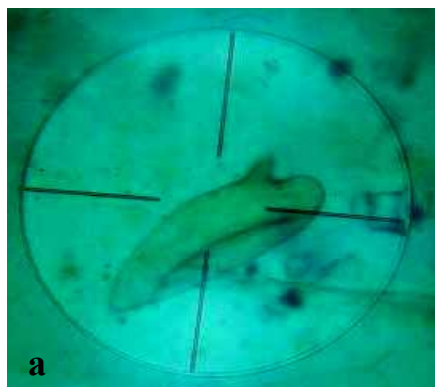
Cuadro 4. Cargas parasitarias de los diferentes parásitos diagnosticados en heces y secreción mucosa de *Achatina áulica*.

Especie diagnosticada	Nº de láminas con muestras de heces positivas	Nº de láminas con muestras de secreción mucosa positivas	Valores máximos de carga parasitaria
<i>S. mansoni</i>	89	0	288 (hpg/h)
<i>Trichuris</i> spp.	07	0	72 (hpg/h)
<i>Hymenolepis</i> spp.	08	0	Abundantes embrióforos
<i>Strongyloides</i> spp.	05	04	Abundantes larvas
Total	109	04	

*Trichuris* spp.*Hymenolepis* spp.Larva de *Strongyloides* spp.Figura 3. (a, b, y c) Formas de geohelminths intestinales observados en heces y secreción mucosa del caracol terrestre *Achatina áulica*.**a****b**Figura 4. *Achatina fulica*: a) Durante la oviposición y b) Crías en cultivo de laboratorio.

Cuadro 5. Evaluación de caracoles *Achatina fulica* nacidos en el Laboratorio Malacológico.

Nº de huevos ovipuestos	260
Nº de huevos viables	162
Porcentaje de fertilidad	62,31
Porcentaje de mortalidad	88,27
Nº de crías evaluadas	19
Elementos evaluados	heces secreción mucosa
Nº de caracoles positivos a huevos de <i>S. mansoni</i>	0
Nº de caracoles positivos a parásitos intestinales	0
Procedencia de las crías	Descendencia de caracoles recolectados en el Limón, sector El Piñal, Maracay, municipio Mario Briceño Iragorry, Maracay estado Aragua Venezuela

Figura 5. (a y b) Huevos de *Schistosoma mansoni* sin embrión observados en las heces del molusco terrestre *Achatina áulica*.Figura 6. Huevos viables de *Schistosoma mansoni* obtenidos de las heces del molusco terrestre *Achatina áulica*.

En el Cuadro 6, se presentan las otras especies recolectadas durante la búsqueda de *A. fulica*, resaltando la ausencia de este último en las cercanías de las superficies de agua, donde fueron recolectados 99 caracoles acuáticos de la familia Melaniidae como *T. granífera*, *T. tuberculata*, *Pachycheilus laevisimus* y 49 caracoles terrestres de la familia Strophocheilidae, con los cuales sería interesante comprobar el efecto sobre *A. fulica*.

Estudios relacionados con el ciclo de vida de *Angiostrongylus* spp. han determinado que la presencia de las larvas infectantes (de tercer estadio) se encuentran en la secreción mucosa y no en la baba del caracol. En la evaluación practicada a la secreción mucosa de los caracoles *A. fulica* provenientes de los estados Aragua y Portuguesa no se evidenció la presencia de *Angiostrongylus* spp.

CONCLUSIONES

El examen parasitológico de la secreción mucosa de *A. fulica*, colectados en diferentes localidades de los estados Aragua y Portuguesa resultó negativo a la presencia de larvas de *Angiostrongylus* spp.

El examen de las heces del molusco gasterópodo *A. fulica*, mediante las técnicas coproparasitológicas de Kato y Kato-Katz, permitió evidenciar la presencia de las formas de diseminación de *S. mansoni*, *Trichuris* spp. *Strongyloides* spp. e *Hymenolepis* spp.

En la secreción mucosa de *A. fulica*, se observaron formas larvales de *Strongyloides* spp.

Se evidenció la viabilidad de los huevos de *S. mansoni* recuperados de las heces de *A. fulica*, mediante la infección experimental del molusco *B.*

glabrata con los miracidios obtenidos y la posterior infección de ratones de laboratorio *M. musculus* con las cercarias.

El molusco gasterópodo *A. fulica* se puede comportar como un transportador mecánico de diferentes helmintos de interés en salud pública, lo cual cobra importancia debido a sus hábitos coprófagos.

El hecho de que en las heces de estos moluscos puedan encontrarse las formas de diseminación de diferentes especies de helmintos, y aunque se consideren una plaga agrícola, los mismos pueden ser utilizados como un indicador de la presencia de infecciones parasitarias en la población humana de la localidad de colecta de dichos moluscos.

RECOMENDACIONES

En vista al interés económico derivado de los daños ocasionados a los cultivos y plantas ornamentales, se recomienda evitar su introducción en otras zonas del país y procurar el control de las poblaciones de dicho molusco, en aquellas localidades en las cuales su presencia sea detectada, sin que este control altere el equilibrio ecológico.

Realizar evaluaciones simultáneas de caracoles *A. fulica* y de la población en comunidades donde estos estén presentes.

Debido a su capacidad como transportador mecánico de varias especies de helmintos de interés en salud pública y en particular de *S. mansoni*, es aconsejable examinar la materia fecal y secreción mucosa de estos caracoles antes de implementar cualquier tipo de control.

Cuadro 6.- Otros caracoles recolectados durante las inspecciones dirigidas a la búsqueda de *Achatina áulica*.

Sector	Nº de caracoles evaluados	Diagnóstico Conquiliológico
Puente Guárico (municipio Zamora)	99	Caracoles acuáticos: <i>Thiara granífera</i> , <i>T. tuberculata</i> <i>Pachycheilus laevisimus</i> .
Sector Las Monjas (municipio Costa de Oro) Parque Henry Pittier, La Soledad, Paraparal (municipio Girardot)	49	Caracoles terrestres familia Strophocheilidae
Total	148	

Sería conveniente evaluar el comportamiento de *A. fulica* en el ciclo biológico de *S. mansoni*, en zonas endémicas de Esquistosomosis, en las cuales *A. fulica* esté presente.

Por lo antes mencionado, se recomienda que la Dirección de Control de Vectores Reservorios y Fauna Nociva, de la Dirección General de Salud Ambiental dependiente del Ministerio del Poder Popular para la Salud y Protección Social, asuma el desarrollo de un Programa de Vigilancia y Control de las poblaciones de dicho molusco, sin romper el equilibrio ecológico.

AGRADECIMIENTO

Al personal de la Dirección General de Salud Ambiental (DGSA): Lic. Maria Carolina Salas, Ingra. Héctor Sojo, TSU Miguel Rubens, Insp. Alfredo Perdomo, Equipo Técnico del Laboratorio Malacológico, Equipo Técnico del Laboratorio Coproparasitológico, Dr. Freddy Peña (CORPOSALUD), Dr. Ángel González e Ingra. Noelia Pino (INSAI).

LITERATURA CITADA

- Arata, A. 1984. Biological Control Agent *Thiara granífera* (Lamarck). Universidad Autónoma de México. Serie Ecología N° 8. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. (ECO). División de Protección de la Salud Ambiental (PSA). OPS y OMS. Geneva. [Página Web de información en línea]. Disponible: <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/eco/015594.pdf>. (Fecha de consulta: 2009, abril 06).
- Botero, D. y M. Restrepo. 1992. Parasitosis Humana. Segunda Edición. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín, Colombia. p. 418.
- Brown, D. 1980. Freshwater Snails of Africa and their Medical Importante. British Museum (Natural History). London. p. 487.
- Carico, M. 1990. Recolección de muestras de heces con especial referencia a investigación de los principales protozoos. Mimeografiado. Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Maracay. p.3.
- Cesari, I., N. Incan y B. Alarcón de Noya. 1987. Infección del hospedador mamífero. **In:** Cesari, I. y Alarcón de Noya, B. (Comps). Esquistosomiasis mansoni Diagnóstico y Control. Manual de Campo y Laboratorio. Caracas: I. Cesari y B. Alarcón de Noya, Editores. pp. 23-25
- Cesari, I. y B. Alarcón de Noya. 1987. Obtención de miracidios a partir de las heces. En: Cesari, I. y Alarcón de Noya, B. (Comps). Esquistosomiasis mansoni Diagnóstico y Control. Manual de Campo y Laboratorio. Caracas: I. Cesari y B. Alarcón de Noya, Editores. pp. 11-13.
- Chrosiecowski, P. 1977. *Angiostrongylus cantonensis* (Nemátoda). Una Amenaza Potencial Boletín de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental. Vol. XVII, N° 4, Maracay, Venezuela.
- Fernández, A. 2007. Presencia del Caracol Gigante Africano *Achatina fulica* (Mollusca Gastrópoda), una amenaza para la agricultura, la salud pública y el equilibrio ecológico. Informe Técnico. Maracay, estado Aragua. Venezuela.
- Figueredo, N. 1996. Estudios Preliminares sobre la Cría, Producción y Consumo del Caracol Africano de Jardín *Achatina fulica* en Maracay, Edo. Aragua. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Escuela de Agronomía. Venezuela.
- Iglesias, J., M. Santos and J. Castillejo. 1996. Annual activity cycles of the land snail *Helix aspersa* Müller in natural populations in North-Western Spain J. Moll. Stud., 62: 495-505.
- Incani, N., E. Caleiras, M. Martín y C. González. 2007. Human infection by *Angiostrongylus costaricensis* in Venezuela: first report of a confirmed case. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo; 49: 197-200, May-June 2007 bilus.
- Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservacao Ambiental/ the Nature Conservancy. 2002 25 Mayo. [Página Web de información en línea]. Disponible: <http://www.institutohorus.org.br> (Fecha de consulta: 2007, octubre 18).
- Malek, E. A. y T. C. Cheng. 1974. Medical and Economic Malacology. Academic Press.

- Martínez, R. y E. Martínez. 1997. Nota acerca de la *Achatina (Lissachatina) fulica* (Bowdich, 1822), peligroso caracol africano (Pulmonata, Achatinidae) introducido en Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 17:37-40.
- Martínez, R. 1997. Artículo de Prensa "Caracoles que venden en Caracas es perseguido a nivel mundial". 5 de Marzo, 1997 *El Universal*. pp. 3-17.
- Matinella, L. 2001. Manual de normas y procedimientos del Laboratorio Malacológico, Dirección General de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria. Coordinación de Chagas y Otras Endemias, Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Mimeografiado: p.94.
- Matinella, L. y C. Sierra. 2008. Manual de Normas y Procedimientos Técnicos para la Prevención Vigilancia y Control del Caracol Gigante Africano *Achatina fulica*, Bowdich, 1822. Maracay, Venezuela.
- Morales, G., L. A. Pino, C. Arteaga, L. Matinella y H. Rojas. 1999. Prevalencias de las Geohelmintiasis Intestinales en 100 municipios de Venezuela (1989-1992). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*; 32 (3): 263-270.
- Morera, P. and R. Céspedes. 1973. *Angiostrongylus costaricensis* n. sp. (Nemátoda Metastrongyloidea), a new lung worm occurring in man in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 18: 173-185.
- NAPPO-PAS. 2003. U.S. Official Pest Report: Alert for Trade in *Achatina* spp., Giant African Snails, as Pets. [Página Web de información en línea]. Disponible en: <http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=92> (Fecha de consulta: 2009, marzo 18).
- Navas, F. 2007. Ficha Técnica, Caracol Africano Gigante *Achatina fulica* (Bowdich, 1822). Oficina de Apoyo y Vigilancia Epidemiológica, Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA). Ministerio del Poder Popular para La Agricultura y Tierra. Caracas, Venezuela. p. 3.
- Organización Mundial de La Salud. (OMS). 1994. Medios Auxiliares para el Diagnostico de las Parasitosis Intesinales. Servicios Gráficos de la OMS, Francia.
- Pino, L. A., L. Matinella y G. Morales. 1999. Compatibilidad entre nueve cepas de *Biomphalaria Glabrata* de áreas endémicas y no endémicas y una cepa de *Schistosoma mansoni* venezolanas. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*; 32 (6): 677-682.
- Robinson, D. G. 2002. IICA Report on Giant African Snails Workshop. December 4-5, 2005.

Avaliação genética do crescimento de tilápia do Nilo em condições de baixa temperatura

Rodrigo Fortes-Silva^{1*}, Roble de Almeida Torres², Oswaldo Pinto Ribeiro-Filho³, Victor Lopes Schiavetti², Marcelo Maia Pereira³, Rafael Teixeira Bastos⁴, Marcos Yamaki⁵ e José Lindenberg Rocha Sarmento⁶.

¹Universidad de Murcia (UMU). Departamento de Fisiología Animal. 30003 Murcia. España. *Correo electrónico: fortesrs@yahoo.com.br.

²Universidade Federal de Viçosa (UFV). Departamento de Zootecnia. 36571-000 Viçosa-MG. Brasil.

³UFV. Departamento de Biologia. 36571-000 Viçosa-MG. Brasil.

⁴Instituto Federal Minas Gerais. (CEFET). 38900-000 Bambuí - MG. Brasil.

⁵Melhorista genético Sadia. Concórdia-SC. Brasil.

⁶Universidade Federal do Piauí (IEFS). Departamento de Genética e Melhoramento Animal. Piauí - PI. Brasil.

RESUMO

Os parâmetros genéticos para criar ou aperfeiçoar programas de melhoramento genético para peso corporal são escassos. Para avaliar o potencial da seleção massal para o crescimento, os parâmetros genéticos são necessários. O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos de características de crescimento em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em condição natural de baixa temperatura. Foi utilizada a informação de 800 irmãos completos provenientes de 20 famílias. Os peixes foram pesados a cada 12 ± 2 dias do nascimento até o final do experimento (150 dias). O proc mixed foi utilizado para estimar as varianças e covarianças e obter as herdabilidades e covariâncias, sendo aplicado modelo de unicaracterística via REML considerando como efeito fixo o grupo contemporâneo (tanque e sexo), e efeito genético (animal). As medidas gerais para peso aos 60 dias (P60), peso aos 150 dias (P150g), comprimento aos 60 dias (C60), comprimento aos 150 dias (C150), ganho de peso diário (GPD), ganho de comprimento diário (GCD), carcaça eviscerada (CE) e rendimento de carcaça (RC) foram: 31,62g; 220,54g; 10,50cm; 90,60cm; 1,68g; 0,69cm; 83,89g; 0,87g respectivamente. Os valores altos de herdabilidade e de correlação genética para peso corporal e rendimento de carcaça obtido para a tilápia do Nilo neste trabalho poderão ser explorados em futuros trabalhos de melhoramento, com o objetivo de aumentar a proporção destas características em relação ao peso.

Palavras Chave: estimação, parâmetros genéticos, *Oreochromis niloticus*.

Genetic evaluation of Nile tilapia in natural conditions of low temperature

ABSTRACT

Genetic parameters to design or optimize breeding programs for these body weights are lacking. To evaluate the potential of mass selection for growth, genetic parameters are required. The goal of this study was estimate genetic parameters of growth characteristics in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in natural conditions of low temperature. Information on 800 full-sib provide by 20 families was used. Fishes were weighed every 12 ± 2 days until end of experiment (150 days). Proc Mixed was used to evaluate the variance and covariance components and to obtain heritability and correlations. Uncharacteristic model via REML, considering fixed effect the contemporary group (tank and sex) and genetic effect (animal) was used. Measurements for weight at

60 days (W60), weight at 150 days (W150), length at 60 days (L60), length to 150 days (L150), daily weight gain (DWG), daily length gain (DLG), Carcass (EC) and carcass efficiency (CE) were: 31,62g; 220,54g; 10,50cm; 90,60cm; 1,68g; 0,69cm; 83,89g; 0,87g respectively. High heritability and genetic correlation for body weight and eviscerated dressing Values of Nile Tilapia obtained in this study, can be used in future studies of animal breeding, intending to increase the proportion characteristics related to body weight.

Keywords: estimation, genetics parameters, *Oreochromis niloticus*.

Evaluación genética del crecimiento de la tilapia de Nilo en condiciones naturales de baja temperatura

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar genéticamente el crecimiento de la tilapia de Nilo en condiciones naturales de baja temperatura, se utilizó una información de 800 peces hermanos provenientes de 20 familias, quienes fueron pesados cada 12 ± 2 días después del nacimiento hasta el final del experimento (150 días). La estimación de la varianza, covarianza y las correlaciones se obtuvieron utilizando el Proc Mixed, aplicando el modelo univariado mediante REML. La heredabilidad fue alta: 0,91 y 1,36 a los 60 y 150 días, respectivamente. Se registró una longitud de 0,94 y 0,95 a los días 60 y 150, respectivamente. La ganancia diaria de peso y la ganancia diaria de longitud fueron 0,87 y 0,60. El rendimiento de carcaza sin viseras y con viseras oscila entre el 1,00 y 0,21, respectivamente. Los altos valores observados en la heredabilidad, la correlación genética del peso corporal y el rendimiento de la carcaza obtenidos en este estudio, podrían ser explotados en futuros trabajos con el objetivo de potenciar estos parámetros para obtener una mayor ganancia de peso.

Palabras clave: estimación, parámetros genéticos, *Oreochromis niloticus*.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa considerável posição no mercado internacional como produtor de pescado (Anualpec 2007), possuindo boas condições de clima que poderiam permitir aumentar consideravelmente sua produção (Peixoto *et al.*, 2010). Todavia, devido à grande extensão territorial, existem regiões de baixas temperaturas anuais, porém com alguma importância no cultivo da tilápia devido à geração de emprego e renda nessas regiões. No estado de Santa Catarina, por exemplo, onde as temperaturas anuais geralmente são baixas, a produção anual de 2003 ultrapassou a Carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) com o montante de 6.900 toneladas cultivadas (CEDAP, 2003).

O crescente interesse na produção de tilápia aumentou a busca por programas de melhoramento genético para melhoria da produtividade (Rutten *et al.*, 2005a,b; Ponzoni *et al.*, 2005; Maluwa e Gjerde, 2006). Segundo Mackay *et al.* (1984) e Rutten *et al.* (2005a), é de fundamental importância a avaliação

da interação genotípica com a temperatura para obter melhores taxas de crescimento em trutas. Para estabelecer um programa genético, é necessário levar em consideração a importância das características que se deseja melhorar (Rezk *et al.*, 2009). A estimativa de parâmetros genéticos como herdabilidade e correlação para características de certa importância é um dos recursos necessários para implantação de um método de seleção e também para o sucesso de um programa de melhoramento de peixes (Tave, 1986; Falconer e Mackay, 1996). Dessa forma, é possível determinar uma estratégia ao programa de melhoramento genético nas condições ambientais em que se encontram os animais, de forma a possibilitar incremento nas características que se deseja melhorar.

Embora diversas instituições venham desenvolvendo pesquisas com tilápias persistem muitas dúvidas com relação à criação desta espécie em regiões com temperaturas fora do seu padrão de conforto térmico (Graeff e Pruner, 2006).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para características de produção em uma geração da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em condições naturais de baixa temperatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Condição experimental

Este trabalho foi realizado no Departamento de Biologia, setor de ricultura da Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa-MG, no período de 01/03/2007 a 01/07/2007. As matrizes e reprodutores foram obtidos de uma fazenda localizada na zona rural de Paula Cândido-MG, Brasil. Com o objetivo de obter o controle dos acasalamentos, para a obtenção de irmãos completos contemporâneos, utilizou-se a técnica de sincronização da reprodução com extrato bruto de hipófise de carpa para obtenção de 20 famílias de irmãos completos.

As larvas foram mantidas em tanques individuais de 150 l para posterior identificação. Aos 60 dias de idade, aleatoriamente 40 alevinos de cada família foram identificados de acordo com a marcação adaptada de (Faria *et al.*, 2003) e repartidos em 5 tanques de alvenaria com capacidade total de 5.000 l cada. Assim, as informações utilizadas no presente estudo corresponderam ao registro de 800 animais. Todos os tanques possuíam sistema de abastecimento de água interligado de modo a permitir a mesma taxa de renovação e a mesma qualidade de água. A temperatura era mensurada duas vezes ao dia e a taxa de oxigênio e o pH eram mensurados semanalmente. A ração era fornecida até a aparente saciedade dos peixes, sendo realizadas as 08h00min, 13h00min e 17h00min. Foi utilizada em todos os tanques ração comercial para tilápia com 30% de proteína bruta, 9,40% energia digestível, 15,0% extrato etéreo, 7,89% cinzas e 91,3% de matéria seca.

A partir dos 60 dias de idade foram realizadas dez biometrias até o final do experimento para obtenção do peso e comprimento. No momento das biometrias, peixes detectados com perda de marcação eram descartados, sendo utilizada a informação dos animais restantes. Aos 180 dias de idade realizou-se sexagem de todos os indivíduos e os peixes foram anestesiados e sacrificados para a obtenção do rendimento de carcaça e peso de carcaça eviscerada. A média da temperatura para todo o período experimental esteve

em $21 \pm 4^{\circ}\text{C}$, chegando a $17 \pm 1^{\circ}\text{C}$ no último mês de experimentação.

Análise dos dados

As variáveis consideradas para o estudo foram: peso aos 60 dias de idade (P60), peso aos 150 dias de idade (P150), comprimento total aos 60 dias de idade (C60), comprimento total aos 150 dias de idade (C150), ganho de peso diário (GPD), ganho de comprimento diário (GCD), rendimento de carcaça total (RC) e carcaça eviscerada (CE).

Os componentes de variância e covariância de acasalamento para a obtenção das herdabilidades e correlações foram estimados pelo Proc Mixed, aplicando modelo de unicaracterística via REML (Máxima Verossimilhança Restrita), utilizando o programa estatístico SAS (2004). Como variáveis ambientais (efeito fixo) foram consideradas grupo contemporâneo (tanque e sexo) e efeito genético (animal).

O modelo estatístico utilizado para este caso foi: $y_{ijk} = \mu + s_i + c_j + e_{ijk}$ em que: y_{ijk} = animal k do acasalamento j do sexo i; μ = Média geral; s_i = Efeito fixo de sexo, $i = 1, 2$; c_j = Efeito do acasalamento j, $j = 1, 2, \dots, 20$, $C_i \sim \text{NID}(0, \sigma_c^2)$; e_{ijk} = erro associado a cada observação y_{ijk} .

Não foi considerado o efeito ambiental permanente materno uma vez que as larvas foram separadas das mães no segundo dia de vida. Utilizando a covariância entre irmãos-completos, o componente genético foi descrito como componente de variância de acasalamento que, em termos de componentes genéticos foi:

$\sigma_c^2 = \sigma(IC) = 1/2 \sigma_A^2 + 1/4 \sigma_D^2$. Descrito por Silva (1980).

A herdabilidade foi estimada por:

$$\hat{h}^2 = 2\sigma_c^2 / \sigma_c^2 + \sigma_e^2.$$

As correlações entre as características foram estimadas utilizando os componentes de covariância de acasalamento e calculadas do seguinte modo:

$$\sigma_{c(A,B)} = (\sigma_{c(A+B)}^2 - \sigma_{c(A)}^2 - \sigma_{c(B)}^2) / 2;$$

$$r_g = \sigma_{c(A,B)} / \sqrt{\sigma_{c(A)}^2 \cdot \sigma_{c(B)}^2}$$

$$r_p = \sigma_{c(A,B)} + \sigma_{e(A,B)} / \sqrt{(\sigma_{cA}^2 + \sigma_{eA}^2)(\sigma_{cB}^2 + \sigma_{eB}^2)}$$

Em que: $\sigma_{c(A,B)}$ = Componente de covariância de acasalamento das características “A” e “B”, entre reprodutores; r_g = Correlação Genética; r_p = Correlação Fenotípica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores fenotípicos

Segundo Kubitzka (2000), a faixa de temperatura para a maximização do crescimento da espécie estudada situa-se entre 27°C e 32 °C, assim considera-se que a temperatura esteve abaixo do recomendado para a tilápia. As médias fenotípicas para cada uma das variáveis de crescimento estudadas e seus devidos erros padrão estão representadas no Quadro 1. As médias de peso aos 60 e 150 dias de idade foram de 31,62 ± 7,01 e 220,54 ± 40,50 respectivamente.

Esses resultados foram consideravelmente superiores os encontrados por Graeff e Pruner (2006), que trabalhando com alevinos de tilápias com peso inicial de 41,0 ± 1,0g obtiveram animais de 99,3±6,0g aos 152 dias de idade. Esses dados foram devido à oscilação da temperatura que foi de 32,4°C no final de junho a um mínimo de 7,2°C. Os dados de comprimento aos 60 dias de idade (10,50 ± 0,98) e comprimento

aos 150 dias de idade (90,60 ± 4,26) também foram superiores aos encontrados por estes autores. Graeff e Pruner (2006) confirmam que mesmo os peixes tendo um baixo rendimento no inverno, estes chegarão ao consumidor mais cedo devido a um maior peso dos alevinos na entrada do verão, o que justificaria sua criação em baixa temperatura.

Contudo, certas condições de temperatura devem ser respeitadas, pois abaixo de 20°C o apetite fica comprometido e temperaturas na faixa de 8 a 14°C podem ser letais, dependendo da espécie, linhagem e condição dos peixes e do ambiente (Kubitzka, 2000).

Parâmetros genéticos

O Quadro 1 representa os componentes de variância e herdabilidade (h^2) e seus respectivos erros padrão das análises univariadas para cada uma das características de crescimento.

As estimativas de herdabilidades foram de moderadas a altas, portanto, diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação fenotípica da característica, o que permite predizer valores genéticos por meio dos valores fenotípicos, pois o componente genético é altamente relevante dentro da expressão total da variação. A herdabilidade para P60, foi estimada em um valor maior que 1.

Quadro 1. Componentes de variância e herdabilidade para as variáveis analisadas em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Variáveis	Media ± DE	σ_e^2	σ_g^2	h^2 (EP)
P 60 (g)	31,62 ± 7,01	1,366	1,812	1,36 (0,15)
C 60 (cm)	10,50 ± 0,98	0,685	0,480	0,94 (0,12)
P 150 (g)	220,54 ± 40,50	470,85	314,902	0,91 (0,11)
C 150 (cm)	90,60 ± 4,26	2,420	1,703	0,95 (0,10)
GPD (g)	1,68 ± 0,21	0,055	0,035	0,87 (0,11)
GCD (cm)	0,69 ± 0,11	0,032	0,010	0,60 (0,13)
CE (g)	83,89 ± 6,67	2,332	1,988	1,00 (0,16)
RC (g)	0,87 ± 0,01	1,980	1,672	0,21 (0,10)

P 60: peso aos 60 dias de idade, C 60: comprimento aos 60 dias de idade, P 150: peso aos 150 dias de idade, C 150: comprimento aos 150 dias de idade, GPD: ganho de peso diário, GCD: ganho de comprimento diário, CE: carcaça eviscerada e RC: rendimento de carcaça. σ_e^2 : variância ambiental, σ_p^2 : variância genética e h^2 : índice de herdabilidade. EP: erro padrão.

De igual modo, Neira *et al.* (2006), trabalhando com salmão Coho (*Oncorhynchus kisutch*), selecionando populações para peso na despesca durante 4 gerações encontraram também valor maior do que 1. O autor concluiu que a resposta foi superestimada devido a um efeito ambiental positivo que não foi quantificado. O valor da herdabilidade para (P150) de (0,91), foi maior do que aqueles encontrados por Charo-Karisa *et al.*, (2006), que observaram estimativa de herdabilidades para peso corporal na idade de abate de 0,60, 0,38 e 0,51 em três gerações sucessivas para tilápia do Nilo. Contudo, a literatura indica vasta variação da estimativa da herdabilidades (Tave e Smitherman, 1980; Bolívar e Newkirk, 2002; Ponzoni *et al.*, 2005; Rutten *et al.*, 2005 a,b) para peso corporal de tilápia do Nilo adultas em diferentes sistemas de produção.

As estimativas de herdabilidades para C60 e C150 tiveram valores altos e semelhantes entre si, e as estimativas para GPD e CE consideradas também altas, podem ter ocorrido devido ao fato das herdabilidades terem sido estimadas apenas em uma geração que não sofreu nenhum processo de seleção. Segundo Carvalho *et al.* (2001), quando a estimativa de herdabilidade é feita com base em apenas um ano e um local, a variância genética sofre ação dos fatores de interações que possam estar presentes, e com isso ocorrer uma super estimativa da variância.

As estimativas de herdabilidades para GPD e GCD foram também relativamente altas com valores de 0,87 e 0,60 respectivamente. Esses dados foram

similares aos encontrados por Wang, *et al.* (2006), que estimou herdabilidades para taxa de crescimento baseado no peso em híbridos de (*Striped Bass*), usando média de família e estas foram de 0,82 para matrizes e de 0,81 para reprodutores. Resultados similares foram obtidos com dados de taxa de comprimento. Já a estimativa para RC de 0,21, foi considerada media a baixa. Gjerde e Gjedrem (2003), observaram também valores considerados baixos para esta característica em salmão do Atlântico e truta Arco-Íris.

Segundo Falconer (1981), a estimação depende do método utilizado, número de indivíduos e forma de realização do experimento, o que poderia explicar parte das variações na estimação dos componentes. Os valores obtidos, portanto, podem fornecer uma resposta eficiente à seleção fenotípica, uma vez que grande parte da variação fenotípica é atribuída à variação genética entre indivíduos. Os resultados de correlação genética e fenotípicas estão representados no Quadro 2.

Neste trabalho, os efeitos de ambiente comum são resultados do fato dos peixes serem contemporâneos e criadas na mesma qualidade de água, bem como densidade e luz. As correlações genéticas e Fenotípicas entre (P60/P150;P60/C 60), (P150/C150) e (P150/CE) foram consideradas altas e sugere dada a magnitude das correlações genéticas entre as características, que os mesmos genes estão envolvidos na expressão das características, (Falconer e Mackay, 1996). De acordo com Cardellino e Rovira (1987), o grau de correlação

Quadro 2. Correlação fenotípica (r_e) e genética (r_p) para as variáveis analisadas em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Variável	r_e	r_p
P60 x P150	+ 0, 70	+ 0,36
P60 x C 60	+ 0, 84	+ 0, 67
P150 x C150	+ 1, 00	+ 0, 87
P60 x CE	+ 0, 48	+ 0, 32
P150 x CE	+ 0, 76	+ 0, 85

P 60: peso aos 60 dias de idade, C 60: comprimento aos 60 dias de idade, P 150: peso aos 150 dias de idade, C 150: comprimento aos 150 dias de idade, GPD: ganho de peso diário, GCD: ganho de comprimento diário e CE: carcaça eviscerada.

genética entre duas características é importante para controlar diretamente a mudança genética da característica quando selecionada por meio de outra. As Correlações Genéticas de (P150/C150) de (1,00), concordam com Gjerde e Gjedrem, (2003), que observaram valor semelhante para o salmão do Atlântico e a truta Arco-Íris respectivamente, logo, o ganho genético proveniente da seleção para peso implicará em ganhos nestas características correlacionadas (Agostinho, 1988).

O valor estimado para (P60/ CE) foi baixos, não concordando com Gjerde e Gjedrem (2003), que estimou valores para peso corporal eviscerado e não eviscerados igual a 1,00 em salmão do Atlântico e truta Arco-Íris. Também Tave e Smitherman (1980), estimaram valores considerados altos para correlação genética acima de 0,9 entre 100 dias de idade e todas as idades acima de 115 dias para tilápia do Nilo. Entretanto, o valor (0,76) obtido para (P150 x CE) e 0,70 para (P60/C150), podem permitir ganhos genéticos alcançados por meio de seleção indireta. A contribuição das correlações genéticas levemente superiores à das correlações ambientais para a maioria das características estudadas, sugeri que peixes com alto peso quando juvenis podem apresentar características de peso e tamanho elevados em idades mais avançadas, tanto por causas genéticas como ambientais.

CONCLUSÕES

As estimativas de herdabilidades para peso, comprimento, ganho de peso diário, carcaça eviscerada e ganho de comprimento diário obtidos para a tilápia do Nilo, indicam que as características estudadas são em grande parte controladas por genes com efeito aditivo, sendo possível obter ganhos genéticos por meio de seleção na espécie estudada. A correlação genética obtida para peso e comprimento, peso aos 60 dias, peso aos 150 dias, peso aos 150 dias e carcaça eviscerada nos permite praticar seleção para as características correlacionadas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado com fundos próprios concedidos pelo setor de piscicultura-UFV. Ao D. Pr. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho e funcionários do Departamento de Biologia pelo especial apoio ao

trabalho e a piscicultura João Salame pela doação de hipófises.

LITERATURA CITADA

- Agostinho, C.A. 1988. Estimativa dos Parâmetros Genéticos e Fenotípicos de Características de Produção em Rã-Pimenta, (*Leptodactylus labyrinthicus*) (Spix, 1824). Universidade Federal de Viçosa (Tese Doutorado), p.139.
- Anuário da Pecuária Brasileira. 2007. (ANUALPEC), pp. 287-289.
- Bolivar, R. B. and G. F. Newkirk. 2002. Response to within family selection for body weight in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using a single-trait animal model. *Aquaculture*, 204: 371–381.
- Cardellino, R. Y J. Rovira. 1987. Mejoramiento genético animal. Montevideo, Hemisferio Sur. p. 253.
- Carvalho, F. I. F., S. A. De Silva, A. J. Kurek e V. S. Marchiori. 2001. Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção. Pelotas: Ufpel, p. 98.
- CEDAP. 2003. Aqüicultura de Santa Catarina - dados de produção. Santa Catarina: CEDAP, 2003, p. 18.
- Charo-Karis, H., H. Bovenhuis, M. A. Rezk, R. W. Ponzoni, A. M. Arendonk, J. and H. Komen. 2007. Phenotypic and genetic parameters for body measurements, reproductive traits and gut length of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) selected for growth in low-input earthen ponds. *Aquaculture*. 273:115-23.
- Falconer, D. S. 1981. *Intrusão à genética quantitativa* trad. Silva, M. A., Silva, J. C., Viçosa M. G.; UFV. Impr. Uni. p. 279.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4 th ed., Longman, Malaysia. p. 446.
- Falconer, D. S., 1993. *Quantitative genetics in Edinburgh: 1947–1980*. *Genetics* 133 (1), pp 137–142
- Faria, R. H. S., L. R. Souza, M. E R. Pereira. 2003. Avaliação de diferentes posições de marcação externa em juvenis de tilápia (*Oreochromis*

- niloticus*; Cichlidae), Acta Scientiarum. 25 (1): 273-276.
- Gjerde B. and T. Gjedrem. 2003. Estimates of phenotypic and genetic parameters for carcass traits in Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture*. 36: 97-110.
- Graeff Á. e E. N. Pruner. 2006. Variáveis que podem interferir na sobrevivência e desenvolvimento da Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) na região fria do Estado de Santa Catarina. CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>). pp. 70-79.
- Kubitza, F. (2000). Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 1º. ed. Jundiaí: F. Kubitza. p. 285.
- Maluwa, A.O. and B. Gjerde. 2006. Estimates of the strain additive, maternal, and heterosis genetic effects for harvest body weight of an F2 generation of *Oreochromis shiranus*. *Aquaculture* 259:38–46.
- McKay., L.R., G.W. Friars and P. E. Ihssen.1984. Genotype × temperature interactions for growth of rainbow trout. *Aquaculture* 41:131-140
- Neira R., N. F. Díaz, A.E. Gall G. J. A. Gallardo, J. P. Llorente and A. Alert. 2006. Genetic improvement in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*).II: Selection response for early spawning date. *Aquaculture*.157:1-8
- Rezk M. A., R. W. Ponzoni, H. L. Khaw, E. Kamel, T. Dawood and G. John 2009. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters. *Aquaculture*. 293: 187-194.
- Peixoto, S., W. Wasielesky and R. Cavalli. 2010. Broodstock maturation and reproduction of the indigenous pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in Brazil: An updated review on research and development. *Aquaculture*. In press. Doi: AQUA-629132.
- Ponzoni, R.W., A. Hamzah, S. Tan and H. Kamaruzzaman. 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 247:203-210.
- Rutten, M.J.M., H. Bovenhuis and H. Komen. 2005a. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L). *Aquaculture*. 246: 125-132.
- Rutten, M.J.M., H. Bovenhuis and H. Komen. 2005b. Longitudinal genetic analysis of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) body weight using a random regression model. *Aquaculture*. 246: 101-113.
- SAS, (2004). Statistical Analysis Software Institute, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Silva, M.A. 1980. Métodos de estimação de componentes genéticos. Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária., p. 49.
- Tave, D. 1986. Genetics of quantitative phenotypes. In: Genetic for fish hatchery managers. Connecticut: Westport., 115-160.
- Tave, D., and R. Smitherman. 1980. Predicted response to selection for early growth in Nile tilapia. *Trans Animal Fish Soc.*, pp 439-445.
- Wang, X., K. E. Ross, E. Sailland, D. M. Gatlin Iii and J. R. Gold. 2006. Quantitative genetic and heritability of growth-related traits in hybrid striped bass (*Morone chrysops female x Morone saxatilis male*). *Aquaculture*. 261: 535-545.

Contribución reproductiva de una progenie de *Brycon orbignyanus* (Cuvier y Valenciennes, 1850) en el sistema reproductivo seminatural usando marcadores microsatélites

Nelson Mauricio Lopera-Barrero^{1*}, Maria del Pilar Rodríguez-Rodríguez², Ricardo Pereira Ribeiro², Jayme Aparecido Povh³, Lauro Vargas², Danilo Pedro Streit Jr.⁴ y Darci Carlos Fornari²

¹Universidade Federal de Mato Grosso. Núcleo de Pesquisa PeixeGen. Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 06 (MT-270), 78735-910, Rondonópolis, MT, Brasil. Fone/Fax: +55 (44) 88020840. *Correo Electrónico: nelson.peixegen@gmail.com.

²Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisa PeixeGen, Centro de Ciências Agrárias, Av. Colombo, 5790, Bloco J45, CEP 87020-900, Maringá, PR, Brasil.

³Universidade Federal de Mato Grosso. Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 06 (MT-270), 78735-910, Rondonópolis, MT, Brasil.

⁴Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Departamento de Zootecnia, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540000, Porto Alegre/RS, Brasil.

RESUMEN

Los programas de repoblación de ríos vienen siendo usados con mayor frecuencia como métodos de conservación de especies de peces. Sin embargo, la evaluación de procedimientos reproductivos y su influencia en la progenie son necesarias para obtener resultados viables en los ecosistemas impactados negativamente por el hombre. El objetivo de este estudio, fue estimar la contribución reproductiva de una progenie de *Brycon orbignyanus* usada en programas de repoblación, en el sistema reproductivo seminatural, utilizando el marcador molecular microsatélite. Se analizaron muestras de aleta de 44 reproductores, 69 larvas de 3 días y 70 alevinos de 90 días. No se observó mortalidad de reproductores durante el proceso reproductivo y hubo desova/espermiación en todos los individuos, demostrando la efectividad del sistema seminatural en la preservación física y reproductiva durante los cruzamientos. Los 5 *loci* utilizados produjeron un total de 14 alelos entre 135 pb y 200 pb, siendo observados 3 alelos (BoM1, BoM5, BoM7 y BoM13) y 2 alelos (BoM2) por *locus*, presentes en los reproductores y en la progenie (larvas y alevinos). Fue confirmada la presencia de paternidad múltiple con participación de pocos reproductores en la progenie, revelando un proceso de dominancia reproductiva. Fueron observadas diferencias en la contribución reproductiva de larvas y alevinos, demostrando que esta contribución en un mismo lote puede ser diferente entre fases de crecimiento.

Palabras clave: Brasil, manejo reproductivo, paternidad, pez, piracanjuba, programas de repoblación.

Reproductive contribution of a *Brycon orbignyanus* (Cuvier y Valenciennes, 1850) offspring in the semi-natural reproductive system using microsatellite markers

ABSTRACT

The stock enhancement programs are being used more frequently as methods of fish conservation. However, the evaluation of reproductive procedures and their influence in the offspring are necessary to obtain viable results in the ecosystems impacted negatively by the man. The aim of this study was to estimate the reproductive contribution of a *Brycon orbignyanus* offspring used in stock enhancement programs, in the semi-natural reproductive system, using the microsatellite molecular marker. Fin samples of 44 broodstocks, 69 larvae of three days and 70 juvenile of 90 days were analyzed. Mortality of broodstocks was not observed during the reproductive process and there

was spawning/spermiation in all the individuals, demonstrating the effectiveness of the seminatural system in the physical and reproductive preservation during the mating. The 5 loci used produced 14 alleles a total between 135 bp and 200 bp, being observed 3 alleles (BoM1, BoM5, BoM7 and BoM13) and 2 alleles (BoM2) by *locus* present in the broodstocks and in the offspring (larvae and juvenile). The presence of multiple paternity was confirmed with participation of few broodstocks in the offspring, revealing a possible process of reproductive dominance. Differences in the reproductive contribution of larvae and juvenile were observed, demonstrating that this contribution in oneself stock can be different between phases of growth.

Keywords: Brazil, fish, paternity, piracanjuba, reproductive management, stock enhancement programs.

INTRODUCCIÓN

Brycon orbignyanus es un pez migratorio conocido en el Brasil como piracanjuba o bracanjuba (Orden Characiformes, familia Characidae, subfamilia Bryconinae) característico de las cuencas del río Paraná y Uruguay (Zaniboni-Filho *et al.*, 2006), que ha despertado un gran interés de investigadores y productores debido a su drástica reducción poblacional, siendo actualmente catalogada como especie en vía de extinción (Machado, 2005).

De las diversas herramientas utilizadas para reducir los impactos negativos provocados sobre estas poblaciones de peces, la práctica del repoblación de los ríos viene tornándose cada vez más común (Hilsdorf *et al.*, 2006). Es por ello, que sin un soporte científico que permita su correcta orientación, estos programas pueden volverse una amenaza mayor para el ecosistema (Agostinho *et al.*, 2005; Lopera-Barrero *et al.*, 2007). Según Povh *et al.* (2008), las introducciones de peces de forma irracional pueden provocar una reducción de la variabilidad genética debido principalmente a manejos genéticos y reproductivos inadecuados.

El sistema reproductivo seminatural viene siendo cada vez más usado en los programas de repoblación, ya que tiende a reducir el direccionamiento y la selección no intencional en el proceso reproductivo, además de disminuir significativamente la mortalidad causada por el estrés en especies de peces migratorias (Povh, 2007). Este seminatural intenta simular las condiciones naturales en las que sucede la reproducción de tal forma que después de la inducción hormonal (indispensable para la maduración del aparato reproductivo en especies de peces migratorias), los reproductores (machos y hembras) son instalados dentro de un estanque donde

ocurre la fertilización de los ovocitos por los machos de forma aleatoria y sin la interferencia del hombre. Este procedimiento es su componente diferencial cuando es comparado con el sistema reproductivo por extrusión, en el cual la fertilización es realizada manualmente por el hombre (Lopera Barrero, 2007).

Pocos estudios han sido realizados para evaluar la influencia del sistema reproductivo seminatural en progenies utilizadas en programas de repoblación. Por este motivo, es necesario la elaboración de investigaciones que permitan determinar su influencia reproductiva y genética, por cuanto una disminución de la variabilidad genética puede generar problemas de adaptabilidad y sobrevivencia de progenies usadas en programas de repoblación (Lopera-Barrero *et al.*, 2008a), provocar endogamia (Qin *et al.*, 2007) y afectar consecuentemente las poblaciones naturales de peces (Sønstebø *et al.*, 2007). Con ese fin, los marcadores microsatélites han sido utilizados con éxito (Lopera-Barrero *et al.*, 2007; Povh, 2007), una vez muestran un gran número de alelos y altos niveles de polimorfismo, produciendo genotipos únicos para todo individuo (Lopera Barrero, 2007).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue estimar la contribución reproductiva de una progenie de *Brycon orbignyanus* usada en programas de repoblación, en el sistema reproductivo seminatural, utilizando el marcador molecular microsatélite.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron 44 reproductores (22 machos y 22 hembras) de *B. orbignyanus* seleccionados de un lote mantenido en cautiverio por 6 años en las instalaciones de la Estación de Acuicultura e Hidrológica de la Duke Energy International, ubicada en la ciudad

de Salto Grande (49°13'W y 23°10'S), São Paulo, Brasil. El lote fue formado a partir de reproductores capturados en el río Paraná, pertenecientes a dos pisciculturas localizadas en las ciudades de Castilho y Porto Ferreira en el Estado de São Paulo.

Este lote permaneció inalterado, sin introducción de nuevos individuos, durante seis años, desde el momento de su formación. Los individuos son utilizados actualmente en programas de repoblación realizados en el río Paranapanema, São Paulo. Este río es un importante afluente del río Paraná, con una cuenca de 100.800 km² que irriga las regiones Sur-oeste de São Paulo y Norte-oeste del Paraná, sirviendo como divisor entre los dos Estados.

Inducción hormonal y reproducción

Los peces fueron inducidos a reproducción con extracto de hipófisis de carpa. Las hembras recibieron 5,5 mg/kg, divididos en 2 aplicaciones: 10% del total en la primera aplicación y el 90% restante 12 horas después. Los machos recibieron 2,5 mg/kg en dosis única paralelamente con la última aplicación de las hembras. La reproducción se realizó utilizando el sistema reproductivo seminatural. Los reproductores se colocaron en un estanque circular con un radio de 5,1 m x 1,85 m de profundidad media, abastecido por un flujo continuo de agua (131 l/s). Un tubo ubicado en la parte central permitió el direccionamiento de los huevos para una estación colectora, donde los huevos fueron vertidos en una incubadora cilindro-cónica de captación de 200 litros con flujo continuo de agua (7 l/s).

Aproximadamente, 6 horas después de la última inducción (160 horas-grado, 27°C) se inició el período de recolecta de huevos. Estableciendo un período de recolecta de máximo 6 horas, con la retirada de los huevos a cada hora de la incubadora de captación, siendo enseguida conducidos hacia incubadoras cilindro-cónicas donde ocurrió la incubación de los huevos.

Después de las 6 horas, se verificó por presión abdominal si los machos y hembras utilizados desovaron completamente (la ausencia de gametos indicaba que ocurrió expulsión total de los mismos) y paralelamente de todos los individuos se colectaron muestras de aleta caudal (0,5cm²), colocadas en microtubos de 1,5ml contenidos de alcohol etílico absoluto para la posterior extracción y amplificación del ADN.

El porcentaje de mortalidad de los reproductores usados en el cruzamiento se definió un día después de la reproducción.

Posteriormente, 3 días después de la eclosión de los huevos, 200 larvas aproximadamente se recolectaron de forma aleatoria de todas las incubadoras y se colocaron en microtubos de 1,5 ml con alcohol etílico absoluto. De estas larvas, 70 se escogieron aleatoriamente para luego la extracción del ADN. Transcurrido 90 días, se recolectaron muestras de aleta caudal de 200 alevines pertenecientes a la misma progenie. De estas muestras, 69 se escogieron para la posterior extracción de ADN.

Extracción, cuantificación e integridad del ADN

Para la extracción de ADN se utilizó la metodología descrita por Lopera-Barrero *et al.* (2008b). En microtubos contenido por las aletas, se adicionaron 550 µl de Buffer de lisis (50 mM Tris-HCl, 50 mM EDTA, 100 mM NaCl, 1% SDS) y 200 µg/ml de proteinasa K. Las muestras se incubaron en baño María a 50°C por 12 horas. El ADN se precipitó con 600 µl de solución de NaCl (5M) y se centrifugó por 10 min a 12.000 rpm. El ADN se transfirió para nuevos microtubos, se precipitando con 700 µl de alcohol etílico absoluto frío y se incubó por 2 horas a -20°C. Enseguida, se lavó con 700 µl de alcohol etílico 70%, se suspendió en 80 µl de solución amortiguadora TE (10 mM Tris pH 8.0, 1 mM EDTA) y fue mezclado con 30 µg/ml de RNAasa. Las muestras se incubaron por 40 min en baño María a 37°C conservándose a -20°C.

El ADN se cuantificó en espectrofotometro Shimadzu UV 1601- E.U. (amplitud de onda 260 nm) y se diluyó para una concentración de 10 e 5 ng/µl (aletas y larvas, respectivamente). La integridad del ADN se verificó en electroforesis horizontal usando un gel de agarosa 1%, a 70 V por 60 min, en solución amortiguadora TBE 1X (500 mM Tris-HCl, 60 mM ácido bórico, 83 mM EDTA). El gel se marcó con bromuro de etidio (0,5 µg/ml) por 30 min y la imagen se capturó con el sistema fotográfico EDAS (Kodak 1D Image Analysis 3.5, E.U.).

Amplificación y electroforesis

El ADN se amplificó en un volumen final de reacción de 18 µl. Utilizándose 1X de la solución amortiguadora Tris-KCl, 2,0 mM MgCl₂, 0,8 µM de cada *primer* (*Forward* y *Reverse*), 0,2 mM de

cada dNTP, una unidad de Platinun *Taq* ADN Polimerasa, 10 y 20 ng/μl de ADN (larvas y aletas, respectivamente). Se amplificaron 5 *loci* descritos por Barroso *et al.* (2003) para *Brycon opalinus* (No. Acceso GeneBank AF513621-BoM1, AF513622-BoM2, AF513623-BoM5, AF513626-BoM7 y AF513628-BoM13). Las reacciones se realizaron en un termociclador Eppendorf Mastercycler® Gradient (E.U.), programado para 30 ciclos, con un paso inicial de desnaturalización a 94°C por 4 min y un paso final de extensión a 72°C por 10 min. Cada ciclo consistió de 1 min a 94 °C, 1 min a 54°C, 60°C, 51°C, 51°C y 51°C para cada *loci* respectivamente, y 1 min a 72°C.

Las muestras amplificadas se sometieron a electroforesis en gel de poliacrilamida 10% (acrilamida : bisacrilamida - 29:1) desnaturalizado (6 M de urea), conducidas en solución amortiguadora TBE 1X (90 mM Tris-Borato, 2 mM EDTA) a 350 V (250 mA) durante 6 horas. Para visualizar los alelos microsatélites, se utilizó la coloración con nitrato de plata descrita por Bassam *et al.* (1991) con algunas modificaciones. El gel se sometió a una solución de fijación (10% etanol, 0,5% ácido acético) por 20 min, tiñéndose con 6 mM de nitrato de plata por 30 min y posteriormente, previo lavado con agua destilada, se reveló con 0,75 M NaOH, 0,22% y formol 40%. Cada gel se fotografió con una cámara digital Cannon A520.

Análisis Estadístico

El tamaño de los alelos se calculó por el programa Kodak EDAS-290, utilizando DNA ladder (Invitrogen®) de 100 pb. El tipo y el número de pares de bases observados en los reproductores y progenie de *B. orbignyanus* utilizando los *loci* microsatélite se organizaron en matrices de datos. Los valores de contribución reproductiva se estimaron a través del programa PAPA versión 2.0 (Duchesne *et al.*, 2002). El número efectivo de reproductores se determinó según Moreira (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La integridad del ADN en gel de agarosa no mostró degradación del ADN y no hubo exceso de proteína que pudiese perjudicar la amplificación, demostrando que la metodología de extracción de ADN a partir de fragmentos de aleta y de larva es efectiva, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Lopera-Barrero *et al.* (2008b).

A diferencia de especies de peces como el Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) y curimba (*Prochilodus lineatus*), las especies del genero *Brycon* son animales muy sensibles y pasan por gran estrés durante la reproducción inducida, pudiendo presentar altas tasas de mortalidad (Lopera Barrero, 2007). En el presente estudio, el uso del sistema seminatural permitió la sobrevivencia de todos los peces utilizados durante el cruzamiento. Esta conservación permite que un mayor número de individuos contribuyan en la fertilización de los huevos, generando mayor heterogeneidad de la progenie. Mediante la presión abdominal se verificó que todos los machos y todas las hembras produjeron semen y desovaron totalmente, demostrado en la falta de evacuación de gametos (verificación manual mediante presión abdominal).

Los 5 *loci* utilizados produjeron solamente 14 alelos siendo evidenciados 3 alelos (BoM1, BoM5, BoM7 y BoM13) y 2 alelos (BoM2) por *locus*, presentes en los reproductores y en la progenie (larvas y alevines). Se observaron tamaños de alelo entre 135 pb y 200 pb (BoM1 = 168-144; BoM2 = 200-170; BoM5 = 143-135; BoM7 = 198-188 y BoM13 = 172-160), de los cuales el menor estuvo presente en el locus BoM5 (135 pb) y el mayor en el locus BoM2 (200 pb). No fueron encontrados alelos exclusivos. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Lopera Barrero (2007), quien encontró 2 alelos por *locus* (140 a 200 pb) y Sanches y Galetti Jr. (2006), quienes encontraron 3 alelos para los *loci* Bh15 y Bh16 al amplificar *loci* microsatélite desarrollados para *Brycon hilarii* en *B. orbignyanus*.

Fue determinado el 38% de la contribución reproductiva en las larvas. De ese porcentaje, solo 8 machos (M8, M10, M11, M17, M18, M19, M20 y M21) y 8 hembras (H1, H8, H12, H13, H14, H17, H19 y H22) contribuyeron con la progenie. De esta forma, el número efectivo de reproductores (N_e) fue reducido de 44 para 16. Todos los machos que contribuyeron con las larvas fertilizaron más de una hembra, caracterizando paternidad múltiple (Cuadro 1).

De los 8 machos que participaron en las larvas, el M10 influyó directamente la formación de las familias (38,46%) denotando un efecto de dominancia reproductiva. Esta última, también conocida como hipótesis de la calidad intrínseca del macho o hipótesis del buen esperma (Sivinski, 1984), puede influenciar en la contribución reproductiva cuando

se usan sistemas reproductivos seminaturales, ya que la dominancia de algunos machos (supuestamente los más fuertes y con mejores características reproductivas) en la fertilización de los óvulos puede influenciar directamente en la progenie (Nordeide, 2007). Este fenómeno, ya se observó en peces exóticos (Porta *et al.*, 2006) y nativos brasileños como *Piaractus mesopotamicus* (Povh, 2007) y *B. orbignyanus* (Lopera Barrero, 2007), también se evidenció en el presente estudio para esa misma especie utilizando el sistema seminatural.

Por otro lado, al analizar la participación de las hembras, se determinó que las hembras H17 y H1 participaron juntas con 53,86% de las larvas (Cuadro 1), siendo establecida una participación más equilibrada por parte de las otras 6 hembras (46,14%). Esta situación puede ser influenciada por la mayor producción de óvulos que puede existir entre las diferentes hembras y por la resistencia al estrés producido durante la inducción hormonal que influye directamente en el comportamiento reproductivo (Povh, 2007).

La composición de las familias en las larvas fue influenciada directamente por la participación del macho 10 (M10) y de la hembra 17 (F17). El macho 20 y la hembra 1 también tuvieron una significativa participación. El cruzamiento con mayor porcentaje fue F1x M10 el cual obtuvo 19,23% de la progenie,

seguido por F17xM10 y F17xM20 que tuvieron cada uno 11,54% (Figura 1). A pesar de la mayor participación del M10 fue verificada una formación equilibrada de familias, posiblemente viabilizado por el efecto del sistema reproductivo seminatural el cual posibilita que un mayor número de reproductores contribuya en la fertilización durante los cruzamientos (Sirol y Britto, 2006), permitiendo que el pool genético de un lote pequeño o de un cruzamiento con pocos individuos (como es verificado normalmente en programas de repoblación) sea representado con mayor heterogeneidad en la progenie (Cacho *et al.*, 2007), debido al menor efecto selectivo del sistema y a la mayor tasa de supervivencia de los reproductores. Igualmente, en ese sistema los individuos sincronizan la liberación de los gametos, garantizando así una alta tasa de fertilización (Reynalte-Tataje *et al.*, 2002).

Al analizar la misma población de larvas a los 90 días (en fase de alevino) es esperado que la contribución reproductiva sean las mismas a las observadas en la fase larval. Entre tanto, se verificaron algunas modificaciones en la composición y estructura familiar. Del 27% de contribución reproductiva calculado para los alevinos se verificó que 8 machos (M5, M8, M10, M11, M17, M18, M19 y M21) y 9 hembras (H1, H4, H8, H12, H13, H15, H17, H19, H22) participaron de la progenie (Cuadro 2).

Cuadro 1. Participación individual (%) de machos (M) y hembras (H) en las larvas de *B. orbignyanus*, utilizando el sistema reproductivo seminatural.

Machos		Hembras	
M	%	H	%
M10	38,46	H17	30,77
M20	15,38	H1	23,08
M8	11,54	H14	19,23
M11	11,54	H22	11,54
M17	7,70	H8	3,85
M18	7,70	H12	3,85
M19	3,85	H13	3,85
M21	3,85	H19	3,85
Total	100	Total	100

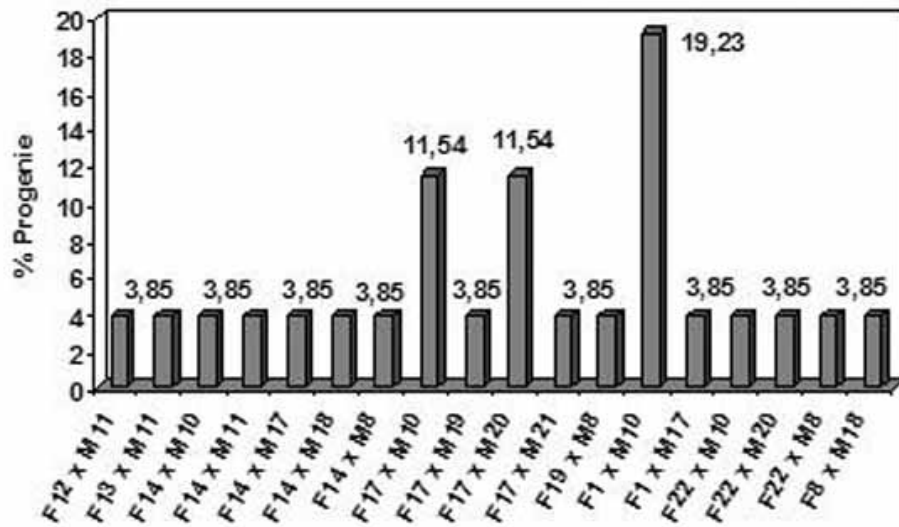


Figura 1. Composición de las familias en las larvas *B. orbignyanus*, utilizando el sistema reproductivo seminatural.

Cuadro 2. Participación individual (%) de machos (M) y hembras (H) en los alevinos de *B. orbignyanus*, utilizando el sistema reproductivo seminatural.

Machos		Hembras	
M	%	H	%
M21	47,36	H4	47,36
M8	21,05	H17	10,53
M5	5,26	H19	10,53
M10	5,26	H1	5,26
M11	5,26	H8	5,26
M17	5,26	H12	5,26
M18	5,26	H13	5,26
M19	5,26	H15	5,26
---	---	H22	5,26
Total	100	Total	100

En los 17 reproductores, se observó la participación del M5, H4, H12 y H15 los cuales no habían sido reconocidos en las larvas. Esto demuestra que la estimativa de la contribución reproductiva en un mismo lote puede ser diferente entre las fases de larva y alevino, lo que puede ser consecuencia del frecuente canibalismo en las fases iniciales observado en esta especie (Reynalte-Tataje *et al.*, 2002), condiciones ambientales de crecimiento, aclimatación o mortalidad aleatoria.

Al analizar el comportamiento de las hembras, se observó que la hembra H4 participó con 47,36% de los alevinos, seguida de la H17 y H19 con 10,53% de contribución. Una participación más equilibrada por parte de las otras 6 hembras fue observada (Cuadro 2). Solo 2 machos (M8 y M21) contribuyeron en la fertilización de más de una hembra, representando juntos 68,41% de la progenie, denotándose también la presencia de paternidad múltiple en los alevinos (Figura 2), donde el N_c se redujo de 44 para 17.

Resultados similares fueron encontrados por Porta *et al.* (2006) para *Solea senegalensis*, donde 2 machos de un total de 11 fueron responsables en mayor porcentaje por la progenie. Igualmente, Sekino *et al.* (2003) relataron que 99% de la progenie fue originada por la participación reproductiva de un macho, lo que provocó la disminución de la variabilidad genética en lotes de *Paralichthys olivaceus*. Povh (2007), analizando cruzamientos de *P. mesopotamicus* en el sistema reproductivo seminatural encontró que 2 reproductores fueron responsables por 43,3% de toda la progenie.

La composición de las familias en los alevinos fue influenciada directamente por la participación del macho 21 y la hembra 4, siendo que el cruzamiento H4 x M21 fue responsable del 36,84% de la progenie. A diferencia de los resultados observados en las larvas, el macho 10 y la hembra 17 solamente contribuyeron con 10,79% de los alevinos (Figura 2).

Al analizar los resultados encontrados en este estudio, fue visualizado que existen diferencias entre la contribución reproductiva en diferentes fases de crecimiento, como lo es la fase larval (3 días) y la fase de alevino (90 días) dentro de un mismo lote utilizado en programas de repoblación. Esas diferencias, que también pueden influenciar directamente la variabilidad genética de la progenie, hacen necesaria la realización de análisis genéticos y de contribución reproductiva en tiempos diferentes, dependiendo de

la edad en que los individuos van a ser liberados en los ríos.

Por ese motivo, se sugiere primeramente realizar un análisis genético en la fase larval, el cual va a ofrecer una visión genética general de la nueva población y en seguida, a los 60 o 90 días (dependiendo de las condiciones ambientales del ecosistema donde van a ser liberados), realizar un segundo análisis para determinar objetivamente las reales condiciones genéticas con que los individuos van a ser liberados en el río y así determinar la verdadera viabilidad del repoblación.

Debe ser claro que la primera medida a ser tomada en la implantación de programas de repoblación es verificar la genética de los lotes mantenidos en cautiverio (Lopera-Barrero *et al.*, 2008c). Una vez realizado ese análisis, es necesario evaluar genéticamente las progenies que posteriormente serán liberadas en los ríos. La evaluación de las progenies va a depender directamente del tamaño de los alevinos a ser liberados, que es determinado por las condiciones ambientales definidas para cada lugar donde va a ocurrir la repoblación. Alevinos mayores son exigidos en ambientes con gran número de predadores, no obstante, lugares donde hay equilibrio de las relaciones presa/predador, alevinos menores y en mayor número puede ser una estrategia adecuada (Sirol y Britto, 2006).

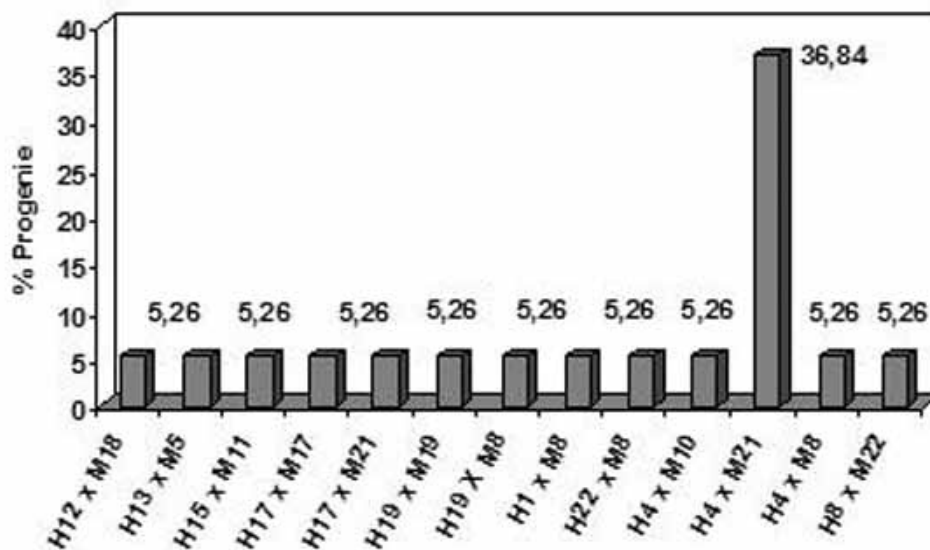


Figura 2. Composición de las familias en los alevinos de *B. orbignyanus*, utilizando el sistema reproductivo seminatural.

A pesar que los resultados demuestran la existencia de los procesos de dominancia reproductiva y paternidad múltiple, es verificable que la composición de las familias es heterogénea, lo que caracteriza un cruzamiento adecuado para un programa de repoblación.

Según Moreira *et al.* (2007), los marcadores microsatélite pueden ser empleados para estimativas de coeficientes de endocruzamiento y parentesco, coincidiendo con los resultados obtenidos por Fessehaye *et al.* (2006), los cuales concluyen que ese tipo de marcador permitió identificar relaciones genéticas entre la generación parental y sus progenies. Para el análisis de los reproductores y de la progenie de *B. orbignyanus* analizados en este estudio, los marcadores microsatélite fueron efectivos permitiendo obtener un perfil objetivo de la contribución reproductiva.

CONCLUSIÓN

El sistema reproductivo seminatural demostró ser efectivo en la preservación física y reproductiva durante los cruzamientos. Se confirmó la presencia de paternidad múltiple y dominancia reproductiva, donde fueron observadas diferencias en la contribución reproductiva de larvas y alevines, demostrando que su estimación en un mismo lote puede ser diferente entre fases de crecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa de generación de energía hidroeléctrica Duke Energy International y al Dr. Rodolfo Nardez Sirol por el apoyo al presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Agostinho, A.A., S.M. Thomaz and L.C. Gomes. 2005. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. *Conserv. Biol.*, 19 (3): 646-652.
- Barroso, R.M., A.W.S. Hilsdorf, H.L.M. Moreira, A.M. Mello, S.E.F. Guimarães, P.H. Cabello, and Y.M. Traub-Cseko. 2003. Identification and characterization of microsatellites loci in *Brycon opalinus* (Cuvier, 1819; Characiforme, Characidae, Bryconinae). *Mol. Ecol. Notes*, 3 (1): 297-298.
- Bassam, B.J., G. Caetano-Anollés and P.M. Gresshoff. 1991. Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. *Anal. Biochem.*, 196 (1): 80-83.
- Cacho, M.S.R.F., M.E. Yamamoto and S. Chellappa. 2007. Mating system of the amazonian cichlid angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Braz. J. Biol.*, 67 (1): 161-165.
- Duchesne, P., M.H. Godbout and L. Bernatchez. 2002. PAPA (Package for the analysis of parental allocation): a computer program for simulated and real parental allocation. *Mol. Ecol. Notes*, 2 (2): 191-193.
- Fessehaye, Y., Z. El-Bialy, M.A. Rezk, R. Crooijmans, H. Bovenhuis and H. Komen. 2006. Mating systems and male reproductive success in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in breeding hapas: a microsatellite analysis. *Aquaculture*, 256 (1-4): 148-158.
- Hilsdorf, A.W.S., E.K. Resende e D.K.S. Marques. 2006. Genética e Conservação de Estoques Pesqueiros de Águas Continentais no Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Ed. Embrapa Pantanal, Brasil. p. 43.
- Lopera Barrero, N.M. 2007. Diversidade genética de *Brycon orbignyanus* em sistema reprodutivo seminatural. Tesis *PhD*. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Maringá, Brasil. p. 92.
- Lopera-Barrero, N.M., R.P. Ribeiro e J.A. Povh. 2007. O repovoamento de peixes: uma estratégia multidisciplinar? *Aqüicultura & Pesca*, 30 (1): 71-74.
- Lopera-Barrero, N.M., R.P. Ribeiro, R.N. Sirol, J.A. Povh, P.C. Gomes, L. Vargas y C.A. Mangolin. 2008a. Variabilidad genética de lotes de *Brycon orbignyanus* utilizados en programas de repoblación: manejo y conservación. *Acta biol. Col.*, 13 (1): 107-118.
- Lopera-Barrero, N.M., J.A. Povh, R.P. Ribeiro, P.C. Gomes, C.B. Jacometo y T.S. Lopes. 2008b. Comparación de protocolos de extracción de ADN con muestras de aleta y larva de peces: extracción modificada con cloruro de sodio. *Cien. Inv. Agr.*, 35 (1): 77-86.

- Lopera-Barrero, N.M., R.P. Ribeiro, J.A. Povh, P.C. Gomes, L. Vargas y S.N. Oliveira. 2008c. Caracterización genética de lotes de peces usados en programas de repoblación y su importancia en la conservación genética en la piscicultura. *Zootecnia Trop.*, 26 (4): 515-522.
- Machado, A.B.M. 2005. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. **In:** Machado, A.B.M., C.S. Martins, G.M. Drummond (Eds.). Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. p. 160.
- Moreira, H.L.M. 2001. Genética e Melhoramento de Peixes. **In:** Moreira, H.L.M., L. Vargas, R.P. Ribeiro and S. Zimmermann (Eds.). Fundamentos da moderna aquicultura. ULBRA, Canoas, Brasil. p. 135-147.
- Moreira A.A., A.W.S. Hilsdorf, J.V. Silva y V.R. Souza. 2007. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. *Pesqui. Agrope. Bras.*, 42 (4): 521-526.
- Nordeide, J.T. 2007. Is there more in 'gamete quality' than quality of the gametes? A review of effects of female mate choice and genetic compatibility on offspring quality. *Aquac. Res.*, 38 (1): 1-16.
- Porta, J., J.M. Porta, G. Martínez-Rodríguez and M.C. Alvarez. 2006. Genetic structure and genetic relatedness of a hatchery stock of Senegal sole (*Solea senegalensis*) inferred by microsatellites. *Aquaculture*, 251 (1): 46-55.
- Povh, J.A. 2007. Avaliação da diversidade genética e do manejo reprodutivo do pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Tesis PhD. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Maringá, Brasil. p. 75.
- Povh, J.A., N.M. Lopera Barrero, R.P. Ribeiro, E. Lupchinski Jr, P.C. Gomes y T.S. Lopes. 2008. Monitoreo genético en programas de repoblación de peces mediante marcadores moleculares. *Cien. Inv. Agr.*, 35 (1): 5-15.
- Qin, Y., X. Liu, H. Zhang, H and G. Zhang. 2007. Effect of parental stock size on F1 genetic structure in the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck, 1819). *Aquacult. Res.*, 38 (1) : 174-181.
- Reynalte-Tataje, D.A., B.M. Esquivel, J.R. Esquivel y E. Zaniboni-Filho. 2002. Reproducción inducida del piauçu, *Leporinus macrocephalus* Garavello y Britski, 1988 (Characiformes, Anostomidae). *B. Inst. Pesca*, 28 (1): 11-18.
- Sanches, A. and P.M. Galetti Jr. 2006. Microsatellites loci isolated in the freshwater fish *Brycon hilarii*. *Mol. Ecol. Notes*, 1 (1): 1-2.
- Sekino, M., K. Saitoh, T. Yamada, A. Kumagai, M. Hara and Y. Yamashita. 2003. Microsatellite-based pedigree tracing in a Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* hatchery strain: implications for hatchery management related to stock enhancement program. *Aquaculture*, 221 (1-4): 255-263.
- Sirol, R.N. e S.G. Britto. 2006. Conservação e manejo da ictiofauna: repovoamento. **In:** Nogueira M.G., R. Henry e A. Jorcin. (Eds.). Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascatas. RiMA, São Carlos, Brasil. p. 275-284.
- Sivinski, J. 1984. Sperm in competition. **In:** Sperm Competition and the Evolution of Animal Mating Systems. Smith, R.L. (Ed.). Academic Press, London, England. p.86-115.
- Sønstebø, J.H., R. Borgstrøm and M. Heun. 2007. Genetic structure of brown trout (*Salmo trutta* L.) from the Hardangervidda mountain plateau (Norway) analyzed by microsatellite DNA: a basis for conservation guidelines. *Conserv. Genet.*, 8 (1): 33-44.
- Zaniboni-Filho, E., D. Reynalte-Tataje e M. Weingartner. 2006. Potencialidad del género *Brycon* en la piscicultura brasileña. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 19 (2): 233-240.

Márgenes de comercialización del queso artesanal de vaca en unidades de producción familiar en Totoremo, Venezuela

Cesar Araque^{1*}, Aleyda Delgado¹, Wilmer Armas¹, Arlenis Albornoz¹, Valentín Espinosa²
y Tonny Quijada¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Apartado Postal 592. Barquisimeto, estado Lara.

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

² Universidad Nacional Autónoma de México. 04510, México, D.F.

RESUMEN

Con el objetivo de analizar los márgenes de comercialización del queso artesanal bovino elaborado en unidades de producción familiar, se realizó una investigación de campo descriptiva, en la comunidad de Totoremo, municipio Urdaneta, estado Lara, Venezuela. Se identificaron los agentes participantes del mercado, los canales de comercialización utilizados y se calcularon los márgenes de comercialización y la participación directa del productor, en base a entrevistas a productores de ese sistema familiar y transportistas de la zona, durante el año 2008. Los resultados muestran que de 22 productores entrevistados, el 95% realiza la venta directamente a transportistas. El canal de comercialización más común fue: productor (quesero en finca), comprador-transportista, comercio detallista y consumidor final. Los precios promedios al productor y al consumidor de 3,25 US\$ y 5,34 US\$, respectivamente. El margen bruto de comercialización (MBC) obtenido fue 39,13%, el margen neto de comercialización (MNC) de 38,38% y la participación directa del productor (PDP) de 61%. Se concluye, que en la comercialización del queso artesanal el 39% del precio del consumidor se queda en el sistema intermediario y el 61% en el productor.

Palabras clave: queso, bovino, márgenes de comercialización, participación directa del productor, mercadeo.

Marketing profits of cattle handmade cheese in family production units in Totoremo, Venezuela

ABSTRACT

In order to analyze the marketing channels and margins of commercialization of cattle handmade cheese, elaborated in family production units it was carried out a study in Totoremo community, Urdaneta Municipality, Lara State, Venezuela. There were identified the actors involved in the market, marketing channels and margins of commercialization and direct participation of the farmers, based on interviews with producers of that family system and carriers in the area in 2008. The results show that of 22 farmers interviewed, 95% make the sale directly to carriers. The most common marketing channel was: producer (on-farm cheese), buyer-carrier, retail and consumer. The average price to the producer and consumer of 3,25 U.S. \$ and 5,34 U.S. dollars, respectively. Marketing gross margin (MBC) obtained was 39,13%, the net marketing margin (MNC) of 38,38% and the direct participation of the producer (PDP) of 61%. We conclude that in the marketing of artisanal cheese 39% of the consumer price remains in the buffer system and 61% in the producer.

Keywords: cheese, beef, marketing margins, direct participation of producers, marketing.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción familiar se caracterizan por poseer bajo volumen de producción y mano de obra familiar, siendo el objetivo principal producir para subsistir y cubrir los requerimientos básicos de alimentación; además, en la mayoría de los casos, el comercio se realiza directamente entre el productor y un intermediario-transportista, existiendo pocos casos donde el productor venda sus productos directamente a los consumidores o los transporten a los centros de consumo.

En los sistemas de producción familiar, Espinoza (2008), evidencia una deficiente organización, pues los productores dejan de percibir parte del ingreso de la venta al no encargarse de su comercialización, siendo usual que esta situación se presente por la especialización de las actividades y la ausencia de las economías de escala en la distribución.

Al respecto, Troncoso y Lobos (2004), señalan que el sistema de comercialización de los productos de la economía campesina es similar para todos los productores, caracterizado por bajos precios a nivel de productor y altos precios al consumidor.

Por su parte, Rebollo *et al.* (2006), indica que en el caso de los productos frescos de alimentación el canal de distribución se caracteriza por presentar fuertes oscilaciones temporales en los precios de origen y en los precios de venta al público, esta situación, es un reflejo de la incertidumbre que caracteriza a las funciones de oferta y de demanda de estos mercados.

Según la FAO (1990), el canal de distribución es el camino específico elegido por el fabricante para hacer llegar sus productos al consumidor final y normalmente cuenta con los eslabones mayorista y minorista. Asimismo, permite señalar la importancia y el papel que desempeña cada participante en el movimiento de los bienes y servicios.

Con respecto a los márgenes de comercialización, estos tienen como objetivo sufragar los costos y riesgos del mercadeo y generar una retribución o beneficio neto a los participantes en el proceso de la distribución del producto y representan un complemento en el estudio de los canales de comercialización (Mendoza, 1991).

Entendiendo como, Margen Bruto de Comercialización (MBC), la diferencia entre el

precio que paga el consumidor por un producto y el precio recibido por el productor; Margen Neto de Comercialización (MNC), el margen bruto menos los costos; es decir, el porcentaje sobre el precio final que percibe la intermediación como beneficio neto, al deducir los costos de mercadeo y la Participación Directa del Productor (PDP) o porción del agricultor o margen del productor, la porción de precio pagado por el consumidor final que corresponde al agricultor. (Meléndez y Baños, 1984).

Ahora bien, en la comunidad de Totoremo, ubicada en la región centro occidental de Venezuela, aproximadamente a 150 Km. de Barquisimeto, capital del estado Lara, con una tradición ganadera superior a los 50 años, desarrolla como actividad económica principal la ganadería bovina doble propósito (leche-carne) e ingresos, por venta de leche, queso y carne (Delgado *et al.*, 2009).

En esta zona las unidades de producción familiar son muy tradicionales y están dedicadas a la elaboración de queso en forma artesanal; desarrolladas en superficies entre 10 y 50 hectáreas y conformadas por pequeños y medianos productores.

Según, García (2005), en estas unidades de producción existe gran participación de tipo familiar, el hombre es el encargado del manejo de los animales, mientras que la mujer se encarga, junto con los hijos, de la elaboración del queso, además de la venta del producto y de las labores del hogar. A pesar de la importancia que tiene la existencia de estas actividades en el desarrollo de la economía rural corren el riesgo de ser excluidos por no estar capacitados para competir, poseer limitada capacidad tecnológica y empresarial, así como desconocimiento de las leyes y técnicas del mercado.

Por lo expuesto, y por la diversidad de actores que existen en el panorama comercial es importante conocer como ocurre el proceso de comercialización de los productos agrícolas en estas fincas con producción artesanal, así como sus márgenes de comercialización, de manera que se puedan diseñar estrategias para mejorar el proceso.

Con base a lo expuesto, el objetivo de este estudio fue determinar los márgenes de comercialización del queso artesanal de vaca en unidades de producción familiar en Totoremo, municipio Urdaneta, estado Lara de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Totoremo, parroquia Moroturo, municipio Urdaneta, estado Lara, Venezuela, ubicada entre las coordenadas 69° 14' 19" Longitud Oeste y 10° 33' 02" Latitud Norte (MARN, 1999). Sus condiciones climáticas pertenecen al Bosque Seco Tropical, altitud de 550 m.s.n.m., precipitación media anual de 1180 mm y temperatura promedio de 25°C, presenta suelos franco-arenoso, y un pH 6 a 7 (Holdridge, 1967), donde se desarrolla una economía basada principalmente en la actividad pecuaria bovina doble propósito.

La población estuvo representada en su totalidad por las 22 fincas, bajo la modalidad de sistema de producción familiar, de las 30 de ganadería bovina doble propósito, bajo seguimiento del INIA, a través del proyecto: "Desarrollo de prácticas participativas para la sustentabilidad de cadenas agroalimentarias en áreas de laderas del estado Lara"; considerándose como base para esta clasificación el hecho de que en la misma casi la totalidad de la mano de obra proviene de la familia: esposa, hijos y familiares cercanos que realizan las labores propias de una finca ganadera

Asimismo, la población referida a los intermediarios estuvo representada por los cinco individuos transportistas que realizan esa labor en la zona; debido al tamaño de las mismas se consideró utilizar un muestreo censal en ambas poblaciones.

El diseño de investigación realizado fue la modalidad de campo descriptiva, debido a que analiza sistemáticamente el problema con el propósito de describir, explicar sus causas y efectos. Se identificaron los productores que conforman la comunidad, así como los transportistas de la zona, para lo cual se aplicó un cuestionario preliminar que permitió validar la congruencia entre las preguntas diseñadas y las respuestas obtenidas por parte de los productores.

Finalmente, se diseñó y se aplicó el cuestionario el cual contenía las siguientes variables: volumen de leche y queso producido, costos de producción del queso, ingreso familiar, miembros que componen el núcleo familiar, derivados lácteos producidos, precios de venta, destino del producto y medios de conservación del mismo, así como las características principales del sistema de producción familiar del productor; en cuanto al transportista se consideraron:

número de productores a quien les compra el queso, frecuencias de visitas al productor, volumen de queso adquirido, gastos ocasionados, distribución del producto, precio de compra y de venta, medios de conservación y otros servicios prestados a los productores.

Los datos fueron recolectados durante septiembre y noviembre del 2008, procesados y analizados utilizando estadísticas descriptivas. Para calcular los márgenes de comercialización absolutos y relativos, se utilizaron los precios promedios de compra y de venta y la metodología expuesta por Mendoza (1991) y por Scott y Herrera (1991), quien señala, que cuando hay varios participantes en el mercadeo, el cálculo se hace por diferencia de precios entre los distintos niveles del mercado, relacionándose en todos los casos con el precio final pagado por el consumidor, que es la base o denominador común.

En efecto, los márgenes de comercialización y la participación directa del productor fueron estimados a través de la expresión:

$$- \text{MBC (a)} = \text{PC} - \text{PP}$$

$$\text{MBC (r)} = (\text{MBC(a)/PC}) \times 100,$$

Donde: MBC = Margen Bruto de Comercialización.

PC = Precio Pagado por el Consumidor.

PP = Precio al Productor.

$$- \text{MNC(a)} = \text{MBC} - \text{CC}$$

$$\text{MNC (r)} = (\text{MNC(a)/PC}) \times 100,$$

Donde: MNC = Margen Neto de Comercialización.

CC = Costos de Comercialización.

$$- \text{PDP (a)} = \text{PC} - \text{MBC}$$

$$\text{PDP (r)} = (\text{PDP(a)/PC}) \times 100,$$

Donde: PDP = Participación directa del productor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidencian, que el destino de la leche producida en unidades de producción familiar con ganadería bovina en Totoremo, es para la elaboración de queso artesanal, proceso realizado diariamente y cuyo producto es almacenado en la propia finca, coincidiendo con lo indicado por Delgado *et al.* (2009).

En cuanto a los costos de producción, los productores manifestaron que los más comunes eran por compra de insumos y por mano de obra, a pesar que el uso de la mano de obra, es casi en su totalidad de origen familiar, sin embargo es utilizada ocasionalmente, coincidiendo con Espinoza *et al.* (2005), quienes indican que en este tipo de sistema, la familia es el eje motor, pero no se descarta la contratación de mano de obra.

Es importante mencionar, que estos costos de producción no se contabilizaron, debido a que los productores no llevan registros de dichos gastos; Rodríguez (1995) y Silva *et al.* (2007), coinciden en que existen una gran cantidad de productores de fincas ganaderas que no llevan registros, mientras que los pocos que lo hacen no le prestan suficiente importancia; a diferencia de esto Delgado *et al.* (2008), evidenciaron una actitud favorable al uso de registros técnico-económicos, debido a que la mayoría de los productores de ganadería doble propósito de Moroturo, objetos de la muestra de estudio, han utilizado algún tipo de registro en su unidad de producción.

De igual manera, se identificaron dos modalidades de comercialización (Figura), en la primera y la

que prevalece (95%), es productor-comprador (transportista)-comercio detallista-consumidor, coincidiendo con lo reportado por Alvarado (2005) y García (2005) para la parroquia Moroturo y en la segunda modalidad (productor - comercio detallista - consumidor), ofertan el producto directamente en mercados locales (bodegas, abastos y charcuterías), debido a que este 5% de productores posee vehículo propio, siendo la única diferencia con los primeros. (Figura).

En el Cuadro 1, se observan las funciones de los diferentes agentes de la primera modalidad, es decir de la modalidad mas común, en donde los productores, además de ser los propietarios de la unidad de producción y manejar el rebaño, fabrican (bajo presentación, en forma rectangular de 5 a 20 kilos, conocidos popularmente como cinchos) y venden el queso, semanalmente, directamente a los 5 compradores - transportistas que frecuentan la zona; por lo que la responsabilidad del almacenaje del queso en la semana, recae directamente en el productor disminuyendo en el transportista los riesgos en la conservación del producto, de igual manera lo reporta Espinosa *et al.* (2002) en la comercialización de la leche en México. De igual manera, el precio a pagar es acordado semanalmente.

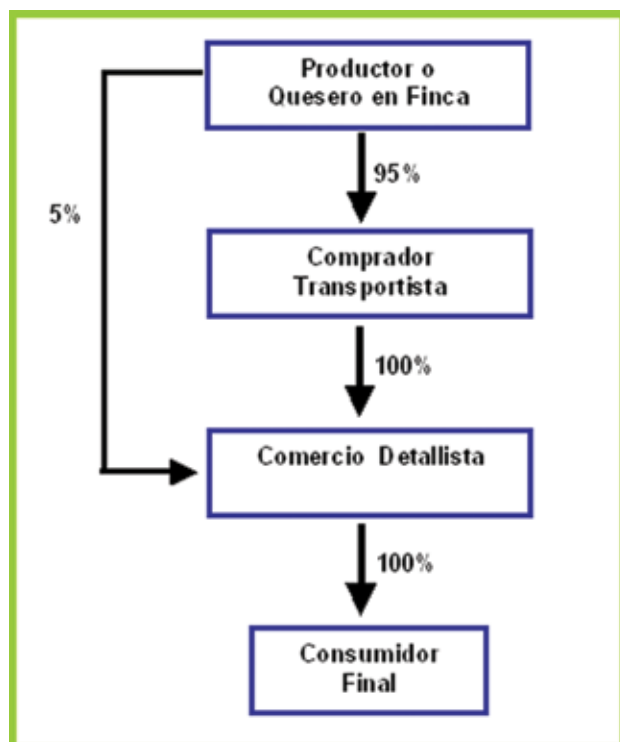


Figura. Canales de distribución para queso artesanal. Tototremo, Venezuela.

Cuadro 1. Funciones de los agentes participantes en la producción y distribución del queso artesanal de Totoremo, Venezuela.

Agentes	Funciones desempeñadas
Productores y familia	Manejo del rebaño. Elaboración del queso. Almacenamiento del queso. Mercadeo de la producción del queso.
Comprador-Transportista	Compra del queso en las fincas. Recolección del queso. Obtener guía para transporte. Traslado del queso desde las fincas al comercio detallista. Venta del queso a comercio detallista.
Comercio Detallista	Compra-Venta de queso a consumidores finales.

Estos transportistas, se trata de intermediarios que desempeñan las funciones de compra, recolección, traslado del queso en camionetas de su propiedad, carga mediana y pesada en cavas hasta 3.000 kilos (tipo 350) y lo revenden a los detallistas (bodegas, abastos y charcuterías) en la ciudad más cercana (Barquisimeto, capital del estado Lara), hasta que finalmente es adquirido por el consumidor final.

En el Cuadro 2 se muestra, la oferta promedio de queso, la identificación de la producción de queso y los precios tanto al productor como al consumidor, así como la cuantificación de los costos de mercadeo del queso en la zona, expresados en dólares americanos (1US\$= 2.150 Bs.), observándose que se produce un promedio de 14.265 Kilogramos de queso mensual; este volumen de queso varía en el año debido a que la producción de leche depende de la estacionalidad de oferta forrajera, cuando esta oferta es baja la producción de leche disminuye y con ella la de queso, originando un incremento en los precios de venta a nivel de consumidores y no a nivel de productores, sin embargo en promedio el precio es de 3,25 US\$ por kilogramo a nivel de productor y de 5,34 US\$ a nivel de consumidor.

Según lo reportado por Jiménez *et al.* (2008), el precio de venta no depende directamente del productor, puede ser fijado por el intermediario, por las variaciones estacionales de producción, por la

calidad del producto y por las imperfecciones del mercado.

Los costos de mercadeo presentan un valor promedio de 0,04 US\$/kg, de queso, representados por el pago al ayudante (43,95%), gastos de transporte (39,56%) y de insumos como hielo para mantener refrigerados los quesos (16,48%).

En base a los precios pagados, por los diferentes agentes que intervienen en el proceso de compra-venta del queso en el canal de comercialización que prevalece, se determinaron los siguientes márgenes de comercialización (Cuadro 3).

El margen bruto de comercialización obtenido fue de 39,13%, lo que indica que de cada dólar pagado por los consumidores de queso, 0,39 dólares corresponden al proceso de intermediación, y 0,61 va al productor, es decir que el proceso de intermediación se queda con el 39% del precio final del producto pagado por el consumidor, lo que equivale a la suma de 2,09 dólares. Este valor es bastante alto con relación al precio pagado al productor, quien asume el mayor esfuerzo y todos los costos de producción, lo cual coincide con Maza y Vildoza (2004). Por otra parte Rebollo *et al.* (2006), señalan que cuando el porcentaje de margen de comercial es alto los precios pagados al productor son bajos y se reducen en períodos de alta demanda.

Cuadro 2. Producción, precios y costos de mercadeo promedios del queso artesanal. Totoremo, Venezuela.

Concepto	Unidad de Medida	Valor
Producción diaria de queso	kg.	475,5
Producción semanal de queso	kg.	3.328,5
Producción mensual de queso	kg.	14.265
Precio al productor	US\$ / kg.	3,25
Precio al consumidor	US\$ / kg.	5,34
Costos de mercadeo	US\$ / kg.	0,04

Cuadro 3. Márgenes de comercialización (absoluto y relativo) y participación del productor en el precio final del queso artesanal. Totoremo, Venezuela.

Concepto	Valor	
	Absoluto (US\$)	Relativo (%)
Margen Bruto de Comercialización	2,09	39,13
Participación directa del Productor	3,25	61
Margen Neto de Comercialización	2,05	38,38

En este orden de ideas, Chauvet (1990), señala que cuando la comercialización es realizada por los propios productores, por venta directa, en la misma comunidad o en los centros de consumo más cercanos, permite obtener un mejor precio en relación al intermediario, sin embargo el productor tendría que correr con los riesgos de transporte y almacenamiento en el proceso de mercadeo de sus productos.

En estudio realizado por García, *et al.* (2002), en la cadena de producción-consumo de carne bovina, el detallista fue el que obtuvo la mayor ganancia de la comercialización, seguido por el productor y el mayorista de destino.

En lo que respecta al margen neto de comercialización, fue de 38,38%, que equivale a 2,05 dólares de utilidad por kilo de queso comercializado, es decir que 38,38 es el porcentaje que percibe la intermediación como beneficio neto al deducir los costos de mercadeo.

La participación directa del productor, fue de 61% del precio que paga el consumidor (5,34 US\$) equivalente a 3,25 US\$/kg, el cual se ha mantenido estándar en los últimos 6 meses previos al estudio, esto indica que el productor participa en el 61% del precio final y la intermediación en el 39% restante.

CONCLUSIONES

El canal de comercialización del queso artesanal, predominante en unidades de producción familiar en Totoremo es el productor-quesero (quien solo participa en la primera etapa del proceso vendiendo en finca), seguida del comprador - transportista (encargado de llevar el producto desde la unidad de producción) hasta el mercado en Barquisimeto (minorista) y como destino final el consumidor; este canal de comercialización es similar a los reportados por otros autores en el municipio.

El margen neto de comercialización, fue menor al margen bruto de comercialización, en menos de un punto, motivado a que los costos de comercialización o mercadeo reportados por el intermediario fueron bajos.

Se estableció, que son los intermediarios los principales favorecidos en todo el proceso de comercialización, debido a la poca inversión que realizan y que los productores artesanales mantienen gran dependencia con los intermediarios, por ser la forma mas expedita de comerciar sus productos.

LITERATURA CITADA

- Alvarado A. 2005. Estudio estructural de sistemas de producción bovina doble propósito en el asentamiento Moroturo, estado Lara. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. 11 (1): 45-51.
- Chauvet S. 1990. La Ganadería Nacional en vías de Extensión? *Comercio Exterior México*. 40 (9): 1-35.
- Delgado A., T. Quijada, G. López, V. Marchan y Jiménez. 2008. Uso de registros técnico-económicos en sistemas ganaderos bovino doble propósito en Moroturo, Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. UCLA. 2005. 11 (3). (En prensa).
- Delgado A., T. Quijada, G. López, V. Marchan, M. Morros, C. Araque y C. Sánchez. 2009. En la búsqueda de una mejor calidad de vida y un futuro mas seguro. *LEISA revista Agroecológica*. 25 (2): 29-32.
- Espinosa V., G. Rivera, L. García. 2008. Los canales de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (Estudio de caso). *Veterinaria México*. 39 (001): 1-16.
- Espinosa V., C. López, G. García, L. Gómez, P. Velásquez y G. Rivera. 2002. Márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XII (2): 650-654.
- Espinoza A., A. Álvarez, M. Del Valle y M. Chauvete. 2005. La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el estado de México. *Revista Técnica Pecuaria*. 43 (1): 39-56.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 1990. La Comercialización de productos hortícola. Manual de consulta e instrucción para extensionistas. <http://www.fao.org/docrep>.
- García, M. 2005. Potencialidades y limitantes de la agroindustria rural quesera en la parroquia Moroturo, estado Lara. *INIA Divulga*. Maracay, Venezuela. 4: 42-45.
- García, R., G. García, E. López y F. Bracho. 2002. Márgenes de comercialización de la carne de res proveniente de la cuenca de Papaloapa, en el mercado de la ciudad de México. *AGROCIENCIA*. 36 (002):255-266.
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone Ecology. Rev. Ed. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. p 80.
- Jiménez, R., F. Alonso, L. García, J. Dávalos, V. Espinosa y A. Ducoing. 2008. Persistencia de la lechería familiar en el municipio de Marauatío, Michoacán. *Livestoc Research for Rural Development*. 20 (10). <http://www.lrrd.org/lrrd>.
- Maza, M y D. Vildoza. 2004. La comercialización de la producción lechera en el Valle Alto de Cochabamba (Bolivia). *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*. 8:165-180.
- Meléndez, G. y C. A. Baños. 1984. *Mercadeo de Productos Agropecuarios*. 1^{era} Edición. Limusa. México. pp. 43-51.
- Mendoza, G. 1991. *Compendio de mercadeo de productos agropecuarios*. 2da Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José. Costa Rica. pp. 197-240.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Renovables. 1999. Región II Lara. Gobernación del estado Lara. Atlas del estado Lara. p. 85.
- Rebollo A., J. Romero y M. Yagüe. 2006. Análisis de los márgenes comerciales de los productos frescos de alimentación en España. *Tendencias de la distribución comercial en el ámbito internacional*. 828: (67-82).
- Rodríguez T. 1995. Eficiencia reproductiva en hatos bovinos en Venezuela. Trabajo de Ascenso.

- Escuela Zootécnica. UDO. Maracaibo, Venezuela. p. 18.
- Scott, G. y J. Herrera. 1991. Mercadeo Agrícola: Metodologías de Investigación. Taller Latinoamericano sobre métodos para estudiar la comercialización agrícola. Lima, Perú. p. 503. (Memorias).
- Silva D, N. Rincón, M. Pérez, E. Peña y F. Urdaneta. 2007. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades de producción de ganadería de doble propósito del municipio Machiques de Perija, estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 24: 547-576.
- Troncoso, C. y G., Lobos A. 2004. Márgenes de comercialización y concentración industrial en el mercado de las frutas y hortalizas en Chile. Agroalimentaria. 9 (8): 75-86.

Nota Técnica

Evaluación de vainas y hojas de árboles forrajeros por la técnica de producción de gas *in vitro*

Jorge Ezequiel Hernández Hernández¹, Francisco Javier Franco Guerra¹, Julio Cesar Camacho Ronquillo¹, Oscar Agustín Villarreal Espino Barros¹, Redimio Manuel Pedraza Olivera², Fernando Xicotencatl Plata Pérez³ y Germán David Mendoza Martínez^{3*}

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro. Tecamachalco, Puebla 4 Sur No 304, Col. Apartado Postal 75480. México

²Universidad de Camagüey, Facultad de Ciencias Agropecuarias Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal. Camagüey, 74650, Cuba

³Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Agrícola y Animal. México.

*Correo electrónico: gmendoza@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Se estudió la cinética de producción de gas *in vitro* para conocer el potencial nutricional de hojas de arbóreas y vainas que crecen en una zona tropical seca de México usando heces bovinas como inóculo, comparadas con el pasto guinea como referencia (*Panicum maximum*). Se colectaron hojas y vainas de: *Prosopis laevigata*, *Pithecellobium dulce* y *Pithecellobium acatlense*; y sólo hojas de: *Amelanchier denticulata*, *Verbesiana crocata*, *Haemotoxylum brasiletto*, *Acacia bilimekii*, *Acacia pennatula*, *Acacia constricta* y *Lantana velutina*. El inóculo se preparó con heces bovinas recién depuestas disueltas en agua en proporción 1:3. Se estimaron los parámetros de la velocidad máxima de producción de gas (v), la tasa de producción (s) y la fase lag (l). Tres especies mostraron bajos valores de gas (8,34-11,4 ml), mientras que la mayoría fueron cercanos a los del pasto guinea (29 ml) con una tasa de producción similar (0,03 h⁻¹). Con excepción de la vaina de *Pithecellobium acatlense*, el resto tuvo mayor producción de gas (33,8-46,3 ml) que el pasto guinea (25,6 ml) con una tasa de producción igual o mayor (0,03 a 0,06 h⁻¹). Los resultados indican que las vainas de *Prosopis laevigata* y *Pithecellobium dulce* tienen un valor nutricional superior al del pasto guinea mientras que las hojas de *Haemotoxylum brasiletto* y *Prosopis laevigata* presentaron un valor similar. La técnica de producción de gas *in vitro* permite estimar el valor potencial de recursos forrajeros no convencionales.

Palabras clave: árboles forrajeros, producción de gas *in vitro*, hojas, vainas, inóculo.

***In vitro* gas production of leaves and pods of fodder trees from dry tropic using bovine faeces as inoculums**

ABSTRACT

The kinetics of *in vitro* gas production to acknowledge the nutritional potential of tree leaves and pods that grow in a dry tropical area of Mexico using bovine faeces as inoculum, compared with guinea grass (*Panicum maximum*) as reference was studied. Leaves and pods were collected from: *Prosopis laevigata*, *Pithecellobium dulce* and *Pithecellobium acatlense*; and only leaves from: *Amelanchier denticulata*, *Verbesiana crocata*, *Haemotoxylum brasiletto*, *Acacia bilimekii*, *Acacia pennatula*, *Acacia constricta* and *Lantana velutina*.

The inoculums were prepared with fresh bovine faeces dissolved in water in 1:3 ratio. Parameters estimated were the maximum gas production (v), the production rate (s) and the lag phase (l). Three species showed low gas values (8,34-11,4 ml) while most were close to those of guinea grass (29 ml) with a similar production rate (0,03 h⁻¹). In the pods, with exception of *Pithecellobium acatlense*, the others presented a higher gas production (33,8-46,3 ml) than guinea grass (25,6 ml) with a rate of production similar or greater (0,03 a 0,06 h⁻¹). The results indicate that the pods of *Prosopis laevigata* and *Pithecellobium dulce* have nutritional value superior to that of guinea grass while leaves from *Haemotoxylum brasiletto* and *Prosopis laevigata* have a similar value. The gas production technique *in vitro* allows the estimation of the potential value of non-conventional feed resources.

Keywords: fodder trees, *in vitro* gas production, leaves, pods, inoculums.

INTRODUCCIÓN

La técnica de producción de gas *in vitro* es comúnmente usada para conocer el valor nutritivo de los forrajes usando como inóculo bacterias ruminales (Ahmed y El-Hag, 2004), sin embargo, se han usado organismos del tracto posterior obtenidos de las heces (Martínez, 2005), lo cual, evita la necesidad de contar con animales con cánula ruminal o el uso de sondas para obtener el inóculo. Otros investigadores han comparado líquido fecal con ruminal (Aiple *et al.*, 1992), aún así existe cierta inconsistencia de los resultados con inóculos fecales (Mould *et al.*, 2005), por lo que se requieren más evaluaciones.

Se ha considerado que los árboles y arbustivas pueden jugar un papel estratégico en el suministro de nutrientes en sistemas extensivos particularmente durante la sequía, además que muchas leguminosas arbóreas son excelente fuente de proteína (Paterson *et al.*, 1998; Salem *et al.*, 2006). Considerando la importancia de caracterizar el valor nutritivo de forrajes disponibles para rumiantes en zonas tropicales con períodos de sequía prolongados donde pastorean cabras y venados (Franco *et al.*, 2005; Villarreal *et al.*, 2008), se estudió el follaje de árboles y arbustos con la técnica de gas *in vitro* evaluando el efecto biológico de los taninos, usando heces bovinas como inóculo comparando con el pasto guinea que ha sido evaluado por dicha técnica (Ives *et al.*, 2005; Mould *et al.*, 2005) y su valor energético para rumiantes ha sido caracterizado (Juarez *et al.*, 1999; INRA 1989).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se colectaron en diferentes áreas de 3 fincas del municipio de Piaxtla en región de la

Mixteca Poblana, entre los paralelos 17° 59' 00" y 18° 12' 30" latitud Norte, y los meridianos 98° 10' 54" y 98° 21' 36" latitud Oeste. Se colectaron muestras de enero a noviembre entre las 8:30 y 12:00 horas.

Se simuló el ramoneo caprino, separándose las hojas y vainas de cada tallo, a una altura sobre el nivel del suelo menor o igual a 2 m. Colectándose hojas y vainas de: *Prosopis laevigata* (Mezquite morado), *Pithecellobium dulce* (Huamuchil) y *Pithecellobium acatlense* (Barba de Chivo); y sólo hojas de: *Amelanchier denticulata* (Tlaxistle negro), *Verbesiana crocata* (Capitaneja), *Haemotoxylum brasiletto* (Palo de Brasil), *Acacia bilimekii* (Tehuistle), *Acacia pennatula* (Cubata Blanca), *Acacia constricta* (Chaparro) y *Lantana velutina* (Manzanita). Se uso pasto guinea (*Panicum maximum*) como referencia para comparar los valores de cinética de producción de gas.

Se adquirieron muestras de la misma especie, al menos de 3 árboles o arbustos, de cada finca; se crearon muestras compuestas que se colocaron, para su traslado en bolsas plásticas dentro de una hielera. Luego fueron secados a 55° C por 48 h en una estufa con circulación forzada de aire y molidos en un molino de martillo hasta un tamaño menor a 1 mm para análisis.

Para realizar el análisis de producción de gas *in vitro*, se utilizó de acuerdo al procedimiento de Menke y Steingass (1988), en jeringuillas de cristal calibradas de 100 ml de capacidad (Fortuna®, Häberle Labortechnik, Alemania), empleando como inóculo heces bovinas recién depuestas, que se disolvieron en agua en proporción 1:3, y prepararon con la solución buffer (Martínez, 2005). Se pesaron 200 mg de las muestras secas, que se colocaron en las jeringuillas,

agitándose cuidadosamente al momento de colocarlas y al realizar las lecturas de su volumen después de 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de incubación.

En cada incubación se colocaban de 2 a 3 jeringuillas blanco conteniendo solamente la solución inóculo: buffer y 2 jeringuillas que contenían 200 mg de hierba de Guinea (*Panicum maximum*) seca y molida. Las muestras se incubaron en triplicado en cada corrida experimental.

Los valores de producción de gas acumulado se ajustaron con el modelo propuesto por Menke y Steingass (1988): $Y = v / (1 + \exp(2 - 4 * s * (t - L)))$, donde Y= volumen total de gas producido, v= volumen, s= tasa de producción de gas, t= tiempo y L= tiempo lag o de retardo. Cada ensayo se repitió 2 veces con 3 replicas por substrato evaluado con sus blancos respectivos. Los resultados se analizaron de acuerdo a un diseño de bloques generalizados completamente al azar usando el criterio de incubación como criterio de bloqueo en cada ensayo (Pinos *et al.*, 2002) y las medias se compararon con la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de cinética de producción de gas *in vitro* de las hojas de las especies y del pasto guinea, indicando que los de mejor valor potencial nutritivo ($P < 0,05$), serían las del Palo de Brasil (*Haemotoxylum brasiletto*) y Mezquite morado (*Prosopis laevigata*), las de menor valor serían las de baja degradabilidad que presentaron la menor tasa de producción de gas ($P < 0,05$), Tehuistle (*Acacia bilimekii*), Capitaneja (*Verbesiana crocata*) y Manzanita (*Lantana velutina*). Los resultados de las vainas completas se presentan en el Cuadro 2, donde se puede apreciar que con excepción del de Barba de Chivo (*Pithecellobium acatlense*), el valor energético es potencialmente superior ($P < 0,05$) al del pasto guinea. Las diferencias en la fermentabilidad, tasa de producción de gas y fase lag en arboles tropicales forrajeros, han sido asociadas a la gran variabilidad de su composición química de proteína, fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FDA) y presencia de compuestos antinutricionales como taninos (Larbi *et al.*, 1998; Salem *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de hojas de diferentes arbustivas y del pasto guinea.

Especie	Volumen máximo (Y; ml)	Tasa de producción (s; h ⁻¹)	Tiempo lag (h)
Guinea	29,16 a	0,0339 ab	11,86 ab
Brasil	28,50 a	0,0363 ab	6,76 abc
Mezquite morado	25,91 ab	0,0396 ab	6,42 bc
Tlaxistle Negro	22,77 abc	0,0297 b	1,84 c
Huamúchil	22,13 abc	0,0331 ab	4,33 bc
Barba de chivo	20,49 abc	0,0238 b	4,75 bc
Chaparro	19,50 abc	0,0197 b	11,02 ab
Tehuistle	11,39 c	0,0393 ab	0,84 c
Capitaneja	8,59 c	0,0509 a	15,09 a
Manzanita	8,34 c	0,0246 b	11,33 ab
EEM	2,01	0,0028	1,16

ab literales diferentes en la misma columna son diferentes (Tukey $P < 0,05$).

Barba de Chivo (*Pithecellobium acatlense*), Huamúchil (*Pithecellobium dulce*), Tlaxistle Negro (*Amelanchier denticulata*), Mezquite morado (*Prosopis laevigata*), Capitaneja (*Verbesiana crocata*), Palo de Brasil (Brasil) (*Haemotoxylum brasiletto*), Tehuistle (*Acacia bilimekii*) y Cubata Blanca (*Acacia pennatula*), Chaparro (*Acacia constricta*), Manzanita (*Lantana velutina*).

EEM: Error estándar de la media.

Cuadro 2. Parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de vainas de diferentes arbustivas y del pasto guinea.

Especie	Volumen máximo (Y; ml)	Tasa de producción (s; h ⁻¹)	Tiempo lag (h)
Guinea	25,58 c	0,0339 ab	11,86 ab
Mezquite morado	46,30 a	0,0666 b	2,87 b
Huamúchil	33,85 b	0,0441 c	3,89 b
Barba de chivo	15,24 d	0,0322 c	1,78 b
EEM	0,55	0,0028	1,16

ab literales diferentes en la misma columna son diferentes (Tukey P<0,05).

Guinea (*Panicum maximum*), Mezquite morado (*Prosopis laevigata*), Huamúchil (*Pithecellobium dulce*), Barba de Chivo (*Pithecellobium acaulense*).

EEM: Error estándar de la media.

Se observó una gran diversidad en la fase lag, lo cual puede indicar que existen plantas altamente susceptibles como aquellas que tiene la fase lag menores a las 2 horas, medianamente susceptibles (entre 2 y 5 horas) y aquellas que presentan alguna dificultad para que los microorganismos ruminales inicien el proceso de digestión (Menke y Steingass, 1988, Mauricio *et al.*, 1999). Algunos investigadores (Nsahlai *et al.*, 1995; Khazaal *et al.*, 1996), indican que los compuestos antinutricionales de algunos árboles multipropósito pueden afectar la fermentación ruminal, lo cual, podría estar afectando la fase lag y la producción total de gas *in vitro*. La fase lag es mayor en forrajes de mala calidad (Amjed *et al.*, 1992), alargándose cuando se combinan forrajes con almidón o por condiciones acidez en el medio de incubación ruminal (Mertens y Loften, 1980).

La producción de gas de hojas, con menor producción de gas está asociada a un menor valor energético (Menke y Steingass, 1988; Blümmel *et al.*, 1996; Pedraza, 2000). Las hojas con valor equivalente al del pasto guinea y las vainas superiores, tienen buen potencial para usarse en la alimentación de rumiantes de acuerdo a su producción de gas (Khazaal *et al.*, 1996; Pedraza, 2000). Los valores obtenidos para las plantas que tuvieron mayor producción de gas fueron similares a los que muestran las hojas de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, analizadas por Martínez (2005), con el mismo tipo de inóculo. Las tasas de digestión son equivalentes a los de otras plantas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero (Pedraza, 2000; Galindo *et al.*, 2005).

El mayor valor nutritivo de las vainas en comparación al de las hojas, se debe a que están llevan semillas lo cual repercute en su valor energético. Estudios comparativos de la composición química de hojas y vainas completas de soya, muestran que estas últimas tienen mayor contenido de proteína y grasa (Tobia y Villalobos, 2004). Otras vainas como las de leucaena han sido reportadas con un alto valor de proteína (Urdaneta *et al.*, 1998). En plantas como el plátano, las vainas tienen menor proteína que las hojas, pero representan un aporte energético importante con una digestibilidad *in situ* del 53,3% (Subramanian *et al.*, 1988).

Las vainas pueden considerarse como ingredientes energéticos dado que su concentración de proteína es menor, Bárcena *et al.* (2009), analizó vainas de árboles forrajeros de la zona y encontró que las vainas tenían valores entre 6,4% y 11,1% de proteína, con valores de digestibilidad *in vitro* entre 40,55 y 58,85%, mientras que las hojas pueden considerarse principalmente proteínicas dado que la concentración de proteína era mayor, por ejemplo para las hojas de *Verbesiana crocata*, Bárcena *et al.* (2009), reportan valores entre 19,28 y 25,8% de proteína. Los valores de gas *in vitro* de este estudio sugieren que algunas hojas pueden ser importante fuente de energía y de proteína para los rumiantes que consumen este tipo de arbustivas como cabras y venados (Franco *et al.*, 2005, Villarreal *et al.*, 2008) y que las heces pueden usarse como inóculo para la evaluación, sin embargo es necesario continuar la caracterización nutricional de estos recursos.

CONCLUSIÓN

Los resultados de cinética de gas *in vitro* en relación con el pasto guinea, permiten concluir que las vainas de *Prosopis laevigata* y *Pithecellobium dulce*, tienen un valor nutricional superior al del pasto guinea mientras que las hojas de *Haemotoxylum brasiletto* y *Prosopis laevigata*, tienen un valor similar. La técnica de producción de gas *in vitro* permite estimar el valor potencial de recursos forrajeros no convencionales.

LITERATURA CITADA

- Ahmed M.M.M. and F.M. El-Hag 2004. Degradation characteristics of some Sudanese forages and tree pods using *in sacco* and gas production techniques. *Small Rum. Res.*, 54 (1):147-156.
- Aiple K.P., H. Steingass and K.H. Menke. 1992. Suitability of a buffered faecal suspension as the inoculum in the Hohenheim gas test. 1. Modification of the method and its ability in the prediction of organic matter digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeds compared with rumen fluid as inoculum. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 67 (1): 57-66.
- Amjed J.M., H.G. Jung and J.D. Donker. 1992. Effect of alkaline hydrogen peroxide treatment on cell wall composition and digestion kinetics of sugarcane residues and wheat straw. *J. Anim. Sci.*, 70(9): 2877-2884.
- Bárcena G.R., P.A. Hernández, M. Meneses, E. Bribiesca y M.M. Crosby. 2009. Composición nutrimental y valor nutritivo de los forrajes del Estado de Puebla. Fundación Produce de Puebla, A.C. Colegio de Postgraduados. Puebla, México. P 29.
- Blümmel M.P. C.A. Goodchild, and K. Becker. 1996. Grinding energy and *in vitro* gas technique for assessment of Syrian barley straws: Physical and microbial degradation and voluntary feed intake by sheep. *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.*, 76 (2): 132-140.
- Franco F.J., G.A. Gómez, G.D. Mendoza, R. Bárcena, R. Ricalde, F. Plata and J. Hernández. 2005. Influence of plant cover on dietary selection by goats in the Mixteca region of Oaxaca, Mexico. *J. Appl. Anim. Res.*, 27(2):95-100.
- Galindo J., D. Delgado, R. Pedraza y D.E. García. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*, 28 (1): 59-68.
- INRA. 1989. Ruminant Nutrition: Recommended allowances and feed tables. Ed. Jarrige R. INRA. John Libbey Eurotext. Paris, France. P 389.
- Ives C.S.B., S.L.S. Cabral, S.P. Gobbo, H. Louvandini, D.M.S.S. Vitti any A.L. Abdalla. 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 123-124 (1): 95-105
- Juarez L.F.I., D.G. Fox , R.W. Blake any A.N. Pell. 1999. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico *J. Dairy Sci.*, 82 (10): 2136-2145.
- Khazaal K., Z: Parissi, C. Tsiouvas, A. Nastis any E.R. Ørskov. 1996. Assessment of phenolic related antinutritive levels using *in vitro* gas production technique: a comparison between different types of polyvinylpyrrolidone or polyethyleneglycol. *J. Sci. Food Agric.*, 71 (4): 405-414.
- Larbi A., J.W. Smith, I.O. Kurdi, I.O. Adekunle, A.M. Raji any D.O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72 (1):81-96.
- Martínez S.J. 2005. Implementación de la técnica de producción de gas *in vitro* con heces vacunas como inóculo y su empleo para evaluar el follaje de algunas leguminosas arbustivas. Tesis de Master en Producción Bovina Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba. P 73.
- Mauricio R.M., M.L. Mould, M.S. Dhanoa, E. Owen K.S. Channa y M.K. Theodoruo, M.K. 1999. A semi automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79 (4) 321-330.
- Menke, K.H. any H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from the chemical

- analysis and the *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28, 7-55.
- Mertens D.R. any J.R. Loften. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro* *J. Dairy Sci.*, 63(9):1437-1446.
- Mould F.L., K.E. Kliem, R. Morgan any R.M. Mauricio. 2005. *In vitro* microbial inoculum: A review of its function and properties *Anim. Feed Sci. Technol.*, 123-124 (1): 31-50.
- Nsahlai I.V., N.N. Umunna any D. Negassa. 1995. The effect of multipurpose tree digesta on *in vitro* gas production from Napier grass or neutral detergent fibre. *J. Sci. Food Agric.*, 69 (4): 519-528.
- Paterson R.T., G.M. Karanja, R.L. Roothaert, O.Z. Nyaata ade I.W. Kariuki. 1998. A review of tree fodder production and utilization within smallholder agroforestry systems in Kenya. *Agrofor. Syst.*, 41(2):181-199.
- Pedraza, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal - Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. P 126.
- Pinos R.J.M., S. González, G.D. Mendoza, R. Bárcena,yy A. Martínez. 2002. Análisis estadísticos de experimentos de digestibilidad *in vitro* con forrajes. *Interciencia*, 27(3):143-146.
- Salem A.Z.M., M.Z.M. Salem, M.M. El-Adawy ady P.H. Robinson. 2006. Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: Secondary compounds, feed intake and *in vivo* digestibility in sheep and goats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 127 (3): 251-267.
- Steel R.G.D ady J.C. Torrie .1980. Principles and Procedures of Statistics. 2da ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- Subramanian P.R., R. Kadirvel, K. Viswanathan ady D. Chandrasekaran. 1988. *In vitro* studies and short-term feeding trial in lambs to evaluate plantain sheath (*Musa sapientum*) as a feed for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20 (4):343-348.
- Tobia, C. y E. Villalobos. 2004. Producciónny valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. *Agron. Costarricense*, 28 (1):17-25.
- Udaneta J., R. Razz y T. Clavero. 1998. Contenido de proteína cruda y materia seca de las vainas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 15 (3): 262-265
- Villarreal O.A., L.E. Campos, T.A. Castillo, I. Cortes, F, Plata y G.D. Mendoza. 2008. Composición botánica de la dieta del venado Temazate rojo (*Mazama temama*), en la sierra nororiental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia*, 24 (3):183-188.

Nota Técnica

Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia)

Sergio Andrés Canizales^{1*}, Jhon Sander Celemín¹, y Jairo Mora-Delgado²

¹Universidad del Tolima, Ibagué-Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Investigadores jóvenes.*Correo electrónico: sergiomvz@hotmail.com.

²Universidad del Tolima, Ibagué Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar y reconocer los principales usos de las arvenses en pasturas de fincas ganaderas de la cuenca alta del río Magdalena en el Departamento del Tolima donde se analizaron 8 fincas de los municipios de Ibagué, Piedras, Armero, Guamo, Alvarado y Suárez, ubicadas en zona de vida bosque seco tropical (bs-T) y bosque húmedo premontano (bh-PM). El trabajo de campo fue realizado durante 5 meses de la época lluviosa y 4 meses de la época seca del año 2007. Se evaluaron 2 transectos, con 10 sitios de muestreo distribuidos en cada transecto de 100 m, empleando un marco de 1 m² para el muestreo. Posteriormente, las muestras recolectadas fueron identificadas en el Herbario TOLI, se identificaron 113 especies, pertenecientes a 30 familias y 82 géneros; las familias predominantes fueron *Fabaceae* con 24 especies (20,5%) y *Asteraceae* con 20 especies (17,1%). Las especies más abundantes de toda el área de estudio resultaron *Senna obtusifolia*, y *Achyranthes indica*. 22 de las especies encontradas (18,8%), son de interés apícola; 20 especies (17,1%), tienen algún uso medicinal; 12 especies (10,3%), son conservadoras de suelo y 11 especies (9,4%), son de uso alimenticio en especial en la época de verano en donde escasea el forraje.

Palabras clave: arvenses, biodiversidad, índices de riqueza.

Diversity and uses of weeds on pastures of livestock farms in the department of Tolima (Colombia)

ABSTRACT

This study was aimed to identify and recognize the main uses of weeds in pastures of livestock farm located in the high watershed of Magdalena River, Department of Tolima (Colombia), where 8 farms were analyzed. The farms were located in six municipalities of Tolima: Ibagué, Piedras, Armero, Guamo, Alvarado and Suárez, under a dry tropical forest zone (bs-T) and pre-wet forest (bh-PM). The fieldwork was conducted during 5 months on rainy season and 4 months on dry season of 2007. We evaluated 2 transects with 10 sampling sites distributed over 100 m of each transect, using a one meter square for sampling. The samples collected were identified at the TOLI Herbarium. We found 113 species belonging to 30 families and 82 genera, were the predominant families Fabaceae with 24 species (20,5%) and Asteraceae with 20 species (17,1%). The most abundant species throughout the area were *Senna obtusifolia* and *Achyranthes indica*. Found 22 species (18,8%) are of interest beekeeping; 20 species (17,1%) have some medical use, 12 species (10,3%) are conservative and 11 species of soil (9,4%) are used especially in food summer where forage is scarce.

Keywords: weeds, biodiversity, richness index.

INTRODUCCIÓN

En las pasturas del valle cálido del Magdalena hay un número muy importante de especies vegetales denominadas “malezas”, término que ha llevado de una manera *a priori* a su destrucción y erradicación durante toda la historia de potreros y cultivos (Trujillo, 1991). De manera resumida podría señalarse que las malezas son plantas no deseables que se encuentran en los potreros, de escaso valor nutritivo para los animales y que pueden ser hospedantes de plagas y enfermedades, tanto para los pastos, como para los animales (Jimenez y Rojas, 1988).

No obstante, para otros autores el concepto de la maleza implica “planta cuyas virtudes aún no han sido descubiertas (Mercado, 1989). Dicha definición deja un espacio para el avance de la investigación de posibles funciones positivas de dichas plantas dentro del cultivo, en la medida que muchas de dichas plantas pueden proveer de efectos deseables sobre el sistema (Sierra y Arcila, 2003). Tal concepción hace que este grupo de plantas sean denominadas con un término menos peyorativo que el de malezas y se ha incorporado en el léxico técnico la palabra “arvenses”.

Estas plantas pueden contribuir a la conformación de una dieta diversificada para el animal y para asegurar la sostenibilidad y el equilibrio ecológico a largo plazo. Sin embargo, muchas de sus bondades son desconocidas para los ganaderos y para los técnicos, conllevando a su eliminación de la pradera. De hecho, en las explotaciones ganaderas donde se

hace control de arvenses el uso indiscriminado de herbicidas constituyen una amenaza para especies deseables en la pastura.

Varios estudios sugieren que la diversidad de especies beneficiosas en la pastura reduce las oportunidades para que las malezas invadan exitosamente una comunidad de plantas, empleando diferentes mecanismos sinérgicos. Recientes investigaciones sugieren que diferentes procesos ecofisiológicos pueden operar en una comunidad de plantas, como la pastura, para reducir la abundancia de malezas (Crawley *et al.*, 1999; Dukes, 2001; Knops *et al.*, 1999; Levine y D’Antonio, 1999; Lyons y Schwartz, 2001; Naeem *et al.*, 2000).

El objetivo de este estudio fue identificar la biodiversidad de especies arvenses presentes en las pasturas de la zona de estudio y reconocer los principales usos de estas especies a nivel zootécnico, veterinario, agrícola y medicinal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en haciendas, granjas y fincas del centro y norte del departamento del Tolima, comprendidas entre 300-1300 m.s.n.m., ubicadas en zona de vida bosque seco tropical (bs-T) y bosque húmedo premontano (bh-PM; Cuadro 1).

El trabajo de campo se realizó durante 5 meses de la época lluviosa (marzo, abril, mayo, octubre y noviembre) y 4 meses de la época seca (enero, febrero, julio y agosto) del año 2007.

Cuadro 1. Localización y Características agroecológicas de las fincas ganaderas estudiadas del departamento del Tolima (Colombia).

Finca	Municipio	Características agroecológicas		Clima		Observaciones
		a.s.n.m.	Temp. Prom ^o C	Precipitación mm año	HR %	
El Chaco	Piedras	398-412	26,5	1,258	62,1	Silvopastura con riego
La Reforma	Armero	385-568	28,0	1,379	71	Pasturas degradadas
*CURDN	Armero	375-550	28,2	1,379	71	Pasturas degradadas
El Recreo	Guamo	302-352	26,2	1,120	65,2	Potreros sin manejo
Comarca	Alvarado	421-466	26,0	1,235	53,6	Zona de ladera
Bataitata	Suárez	502-552	25,8	1,125	62,3	Animales intoxicados
Las Brisas	Ibagué	1235	24,1	1,322	62,3	Potreros sin manejo
Cauchos	Ibagué	1200	24,5	1,322	62,1	Sin ganado en el momento de recolección

*CURDN: Centro Universitario Regional del Norte.

Se hizo una recolección de muestras de arvenses presentes en los potreros seleccionados, en las fincas analizadas. En cada potrero se evaluaron 2 transectos. Para ello, se muestrearon 10 sitios distribuidos en cada transecto de 100 m; en cada sitio se empleo un marco de 1 m² para el muestreo. Las muestras de arvenses recolectadas correspondieron a plantas completas de aproximadamente 30 cm (tallo, hojas, flor). Estas se almacenaron entre hojas de papel periódico; las muestras de cada transecto eran prensadas entre 2 láminas de cartón corrugado atadas con cordeles de polipropileno.

Las muestras recolectadas se llevaron a la Universidad del Tolima, para su respectiva determinación en el Herbario TOLI por parte de los botánicos. Cada uno de los potreros del estudio se evaluó en función del estado de las pasturas utilizando los criterios de evaluación descritos por Barcellos (1986) con modificaciones realizadas por los autores (Cuadro 2).

Se analizó la curva de acumulación de especies para la muestra estudiada con base en el número de especies por sitio de muestreo. Se empleó el programa Estimates versión 7.5.2, las gráficas se elaboraron con el programa Sigmaplot 2000 versión 11.0. La diversidad de especies se analizó con base en los índices de Simpson, aplicando la siguiente formula:

1. $D = S (n/N)^2$
2. $D = S n(n-1)/N(N-1)$
3. $1-D$

Donde:

D=diversidad.

n= el numero total de organismos en una especie particular.

N= el numero total de organismos de todas las especies.

1-D = inverso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estado de los potreros evaluados puede apreciarse en el Cuadro 3, resultados que permiten tener una idea del estado general de las pasturas en las fincas ganaderas del valle cálido del Magdalena en el departamento del Tolima. La mayor parte de los potreros evaluados presentan un estado entre regular y malo, posiblemente derivado principalmente por un precario manejo de las pasturas (Trujillo, 1991)

Se registraron 113 especies en total, de las cuales en invierno (6 fincas) se reportaron 66 especies y en verano (8 fincas) 87 especies; cabe resaltar que coincidieron, en ambas épocas, 43 de ellas. Algunas estaban en invierno y desaparecieron en verano o viceversa (Cuadro 4). Otros estudios realizados en el departamento del Tolima han encontrado este amplio número de especies, en especial de la familia asteraceae (Esquivel, 1999).

Estos resultados demuestran la amplia diversidad de especies en las pasturas evaluadas, aunque el promedio de especies por finca es un poco menor al reportado en estudios de la zona templada del norte donde se ha encontrado que las pasturas contienen en promedio de 30 especies de plantas (Sanderson, 2008)

En la hacienda El Chaco se encontró un alto número de especies (Figura 1), pero el número de individuos (Figura 2) registrados es bajo, lo cual permite inferir que puede haber una buena diversidad de especies en equilibrio, donde no se presente dominio de alguna especie en particular (Gomez, 1990).

En contraste, en el CURDN y La Reforma, el número de especies es bajo (Figura 1), pero el número de registros de individuos es alto (Figura 2), lo cual permite inferir que son pocas las especies diferentes a la gramínea sembrada que están dominando, constituyendo así una competencia a la gramínea deseada.

Cuadro 2. Criterios para la evaluación de pasturas de acuerdo a su estado de degradación.

Estado pastura	% Suelo desnudo	% Arvenses	% Forraje verde
Muy buena	Menos de 5	Menos de 15	Mas de 80
Buena	5 – 10	15 - 20	70 – 80
Regular	11 -12,5	21 – 22,5	65– 69
Mala	Mas de12,5	Mas de 22,5	Menos de 65

Cuadro 3. Evaluación de los potreros de acuerdo a su estado de degradación en fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia).

Finca	suelo desnudo (%)	Arvenses(%)	Forraje verde (%)	Estado pastura
CURDN	12,3	32,5	55,2	Malo
Bataitata	28,0	33,75	38,25	Malo
El Recreo	10,0	23,75	66,25	Bueno
La Reforma	13,85	33,75	52,4	Malo
El Chaco	11,88	16,75	71,37	Bueno
Comarca	14,75	19,25	66,0	Regular
Las Brisas	13,12	21,12	65,76	Regular
Cauchos	13,25	21,38	65,37	Regular

No obstante, hay que anotar que estas arvenses constituyen una fuente alimenticia para los animales, especialmente en la época seca (Sierra y Arcila, 2003). Al respecto, Sanderson (2008), afirma que a pesar de la limitada investigación en esta área, la diversidad de especies en las pasturas puede incrementar los rendimientos de forraje, reducir las malezas y mejorar el ciclaje de nutrientes, sin embargo, estas investigaciones han sido realizadas en pequeñas parcelas, por lo cual es necesario más investigación a escala de finca.

Para realizar un análisis más confiable se calculó el índice de Simpson. Donde se confirma en El Chaco la alta diversidad de especies, en contraste con la baja diversidad encontrada en el CURDN y La Reforma (Cuadro 5).

El análisis de las curvas de acumulación (Figura 3), sugiere que un mayor muestreo incrementaría el número de especies registradas en los pastizales especialmente en la época seca, en contraste a la curva de acumulación de especies en la época lluviosa, en la cual la curva se vuelve asintótica a pesar de que el esfuerzo de muestreo fue menor.

La curva indica que en la época de invierno con un menor esfuerzo de muestreo se podrían registrar la gran mayoría de especies presentes en los casos analizados, ya que un mejor esfuerzo no incrementaría la riqueza de especies (Ospina, 2005).

Considerando los principales usos de las arvenses, 22 de las especies encontradas (18,8%) son de

interés apícola; 20 especies (17,1%) tienen algún uso medicinal; y 12 especies (10,3%), son conservadoras de suelo (Cuadro 6).

En estudios realizados por Esquivel (1999), reporta datos semejantes encontrándose hasta un 50% de especies con uso apícola y más de 10% con uso medicinal y forrajero. Desde el punto de vista pecuario, 11 especies (9,4%) son de uso alimenticio para el ganado en especial en la época de verano en donde escasea el forraje.

Al respecto Tracy (2004), con base en tres estudios realizados en Estados Unidos, sugiere que un manejo de pasturas con alta diversidad de especies comestibles por el animal podría ser muy útil como método de control cultural de malezas, esta diversidad también podría traer beneficios para la pastura, como un incremento en la producción primaria y estabilidad.

CONCLUSIONES

Se encontró una amplia diversidad de especies (113 sp), pertenecientes a 30 familias y 82 géneros; las familias predominantes fueron *Fabaceae* con 24 especies (20,5%) y *Asteraceae* con 20 especies (17,1%).

Es notorio que en las fincas con un mejor manejo de las pasturas la diversidad de arvenses es mayor y el grado de enmalezamiento es menor, condición ideal para ofrecer una dieta diversificada a los animales sin que la cobertura de hierbas no deseables sea alta.

Cuadro 4. Inventario de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia).

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Familia	Reporta Productor	Verano	Invierno
<i>Acalipha alopecuroides</i>	Rabo de gato	<i>Euphorbiaceae</i>	X	X	X
<i>Achyranthes aspera</i>	Chicheborugo	<i>Amaranthaceae</i>	X	X	X
<i>Achyranthes indicas</i>	Rabo de ratón	<i>Amaranthaceae</i>	X	X	X
<i>Acmella pectinata</i>	Yoyo quemado	<i>Asteraceae</i>	X		X
<i>Aeschynomene sp</i>	Pega pega	<i>Fabaceae</i>	X	X	
<i>Ageratum conyzoides</i>	Yerba de chivo	<i>Asteraceae</i>	X	X	X
<i>Alternanthera polygonoides</i>	Abrojo, sanguinaria	<i>Amaranthaceae</i>			X
<i>Alysicarpus sp.</i>	Alyvag	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Anthurium sp</i>	Capotillo	<i>Araceae</i>		X	
<i>Baccharis trinervis</i>	Varejon	<i>Asteraceae</i>			X
<i>Bidens cf. pilosa</i>	Romerillo	<i>Asteraceae</i>			X
<i>Borreria laevis</i>	Botoncillos	<i>Rubiaceae</i>		X	X
<i>Brassica campestris</i>	Mostaza, nabo, yuyo	<i>Brassicaceae</i>		X	X
<i>Caperonia palustris</i>	Botoncillo	<i>Euphorbiaceae</i>		X	
<i>Capsicum frutescens</i>	Aji de perro, pajarito	<i>Sonolaceae</i>			X
<i>Centrosema macrocarpum</i>	Bejuco de chivo	<i>Crysmelidae</i>		X	
<i>Chamaecrista nictitans</i>	Falsa sensitiva	<i>Fabaceae</i>	X	X	X
<i>Chromolaena laevigata</i>	Chilca	<i>Asteraceae</i>	X	X	X
<i>Commelina elegans</i>	Conejita	<i>Commelinaceae</i>		X	X
<i>Coniza bonariensis</i>	Venadillo	<i>Asteraceae</i>		X	X
<i>Corchorus orinocensis</i>	Escoba negra	<i>Tiliaceae</i>			X
<i>Crassula sp.</i>	Crasula	<i>Crassulaceae</i>			X
<i>Crotalaria cf. incana</i>	Crotalaria	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Crotalaria juncea</i>	Cañamo indio	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Croton glandulosus</i>	Croton ciliato	<i>Euphorbiaceae</i>			X
<i>Croton leptostachyus</i>	Mosquero	<i>Euphorbiaceae</i>	X	X	X
<i>Cuphea micrantha</i>	Moradita	<i>Lythraceae</i>		X	X
<i>Cyanthillium cinereum</i>	Yerba socialista	<i>Asteraceae</i>		X	
<i>Cyperus ochraceus</i>	Papiro de egipto	<i>Cyperaceae</i>		X	X
<i>Cyperus ferax</i>	Papiro	<i>Cyperaceae</i>		X	
<i>Cyperus luzulae</i>	Cortadera	<i>Cyperaceae</i>	X	X	X
<i>Cyperus sp</i>	Sombrilla	<i>Cyperaceae</i>		X	

.../...Continúa

..../Continuación Cuadro 4.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Familia	Reporta Productor	Verano	Invierno
<i>Eleocharis elegans</i>	Matraca	<i>Cyperaceae</i>		X	
<i>Desmodium cajanifolium</i>	pega pega	<i>Fabaceae</i>		X	X
<i>Desmodium incanum</i>	El trebol español	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Desmodium sp.</i>	Planta del semaforo	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Desmodium uncinatum</i>	Trebol español	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Dioclea sp.</i>	Mega carpa	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Dioclea sericea</i>	Alverja de monte	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Drymaria cordata</i>	Oreja de raton	<i>Caryophyllaeae</i>		X	
<i>Eclipta alba</i>	Clavel de pozo	<i>Asteraceae</i>		X	X
<i>Elephantopus mollis</i>	Yerba de golpe	<i>Asteraceae</i>	X		X
<i>Eleutheranthera tenella</i>	Pacocuyo	<i>Asteraceae</i>		X	X
<i>Emilia sonchifolia</i>	Pincelito, clavelito	<i>Asteraceae</i>		X	X
<i>Eupatorium sp.</i>	Salvia	<i>Asteraceae</i>		X	
<i>Euphorbia hirta</i>	Yerba de sapo	<i>Euphorbiaceae</i>		X	X
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Canchalagua	<i>Euphorbiaceae</i>		X	
<i>Evolvulus sericeus</i>	Sedoso blanco	<i>Convolvulaceae</i>		X	
<i>Fleishmania sp.</i>	Guanacaste	<i>Asteraceae</i>		X	
<i>Fimbristylis annua</i>	Estrellita	<i>Cyperaceae</i>		X	
<i>Heliotropium indicum</i>	Rabo de alacran	<i>Boraginaceae</i>		X	X
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Sombbrero de sapo	<i>Araliaceae</i>		X	
<i>Hyptis atrorubens</i>	Botoncillo	<i>Lamiaceae</i>		X	
<i>Hyptis brevipes</i>	Cortadera	<i>Lamiaceae</i>		X	
<i>Hyptis capitata</i>	Botoncillo	<i>Lamiaceae</i>	X	X	X
<i>Hyptis cf. mutabilis</i>	Mastrantillo	<i>Lamiaceae</i>			X
<i>Hyptis pectinata</i>	Mastranto	<i>Lamiaceae</i>		X	
<i>Hyptis sp.</i>	Mastranto	<i>Lamiaceae</i>		X	X
<i>Indigofera lespedezioides</i>	Añil	<i>Fabaceae</i>		X	X
<i>Indigofera mucronata</i>	Añil	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Ipomoea hederifolia</i>	Batatilla	<i>Convolvulaceae</i>		X	
<i>Jatropha gossypifolia</i>	Frailejon calentano	<i>Euphorbiaceae</i>		X	
<i>Julocroton argenteus</i>	Hierba de cotorrera	<i>Euphorbiaceae</i>		X	
<i>Jussiaea sp</i>	Flor de laguna	<i>Onagraceae</i>		X	X
<i>Lantana cámara</i>	Venturosa	<i>Verbenaceae</i>		X	X
<i>Malachia rudis</i>	Malva	<i>Malvaceae</i>		X	
<i>Melampodium divaricatum</i>	Boton de oro	<i>Asteraceae</i>	X		X
<i>Melochia mollis</i>	arruina rico	<i>Sterculiaceae</i>		X	
<i>Melochia parviflora</i>	escoba leñosa	<i>Sterculiaceae</i>			X
<i>Melochia sp.</i>	escoba flor morada	<i>Sterculiaceae</i>		X	X
<i>Melochia tomentosa</i>	Escoba	<i>Sterculiaceae</i>	X	X	X

..../Continúa

../Continuación Cuadro 4.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Familia	Reporta Productor	Verano	Invierno
<i>Melochia cf. villosa</i>	Malva real	<i>Sterculiaceae</i>		X	
<i>Mimosa pigra</i>	Zarza	<i>Fabaceae</i>	X	X	X
<i>Mimosa púdica</i>	Dormidera	<i>Fabaceae</i>	X	X	X
<i>Mimosa somnians</i>	Dormidera	<i>Fabaceae</i>	X	X	X
<i>Minthostachys sp.</i>	Polen de vaca	<i>Lamiaceae</i>		X	
<i>Momordica charantia</i>	Fruta de culebra	<i>Cucurbitaceae</i>			X
<i>Murdanea nudiflora</i>	Nudiflora	<i>Commelinaceae</i>		X	
<i>Ocimum micranthum</i>	Albahaca de monte	<i>Lamiaceae</i>		X	
<i>Paspalum conjugatum</i>	Hierba de vaca sana	<i>Poaceae</i>		X	
<i>Paspalum paniculatum</i>	Pasto orqueta	<i>Poaceae</i>		X	X
<i>Phaseolus lathyroides</i>	Guandus real	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Phaseolus cf. vulgaris</i>	Mungo	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Phyllanthus niruri</i>	Viernes santo	<i>Phyllanthaceae</i>		X	X
<i>Polygala drymaria</i>	Chichilio	<i>Polygalaceae</i>		X	
<i>Polygala verticillata</i>	Violeta Britton	<i>Polygalaceae</i>		X	
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga, atarraya	<i>Portulacaceae</i>		X	X
<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	Amargon	<i>Asteraceae</i>		X	
<i>Pseudoelephantopus spiralis</i>	Yerba de sapo	<i>Asteraceae</i>	X	X	X
<i>Rivina humilis</i>	Coralillo	<i>Phytolaccaceae</i>		X	X
<i>Rynchospora barbata</i>	Totes	<i>Cyperaceae</i>		X	
<i>Salvia sp.</i>	Salvia	<i>Asteraceae</i>	X	X	
<i>Scoparia dulcis</i>	Escoba dulce	<i>Scrophulariaceae</i>	X		X
<i>Senna obtusifolia</i>	Chilinchil	<i>Fabaceae</i>	X	X	X
<i>Senna sp.</i>	Chapmanii	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Sentellaria incarnata</i>	Flor de Manuscrito			X	X
<i>Sida procumbens</i>	Arrastradilla	<i>Malvaceae</i>	X	X	
<i>Sida rhombifolia</i>	Escoba	<i>Malvaceae</i>	X	X	X
<i>Sida sp.</i>	Windum	<i>Malvaceae</i>		X	X
<i>Solanum americanum</i>	Yerba mora	<i>Solanaceae</i>		X	
<i>Solanum sp</i>	Palito negro, espino	<i>Solanaceae</i>	X	X	X
<i>Stachytarpheta cayenensis</i>	Verbena negra	<i>Verbenaceae</i>		X	
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Alfalfa del Brasil	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Stylosanthes humilis</i>	Townsville stylo	<i>Fabaceae</i>		X	
<i>Titonia diversifolia</i>	Palocote tropical	<i>Asteraceae</i>		X	
<i>Torulinium adorum</i>	Cortadera	<i>Cyperaceae</i>	X	X	X

../...Continúa

..../Continuación Cuadro 4.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Familia	Reporta Productor	Verano	Invierno
<i>Triumfetta bogatensis</i>	Mozote de caballo	<i>Tiliaceae</i>			X
<i>Turnera ulmifolia</i>	Panchecito	<i>Turneraceae</i>		X	X
<i>Vachellia farnesiana</i>	espino ruco	<i>Fabaceae</i>			X
<i>Verbena litoralis</i>	Verbena blanca	<i>Verbenaceae</i>	X		X
<i>Verbena punctata</i>	Verbena negra	<i>Verbenaceae</i>	X	X	X
<i>Vernonanthura brasiliana</i>	Varejon	<i>Asteraceae</i>			X
<i>Wedelia sp.</i>	Manzanilla de Playa	<i>Asteraceae</i>			X

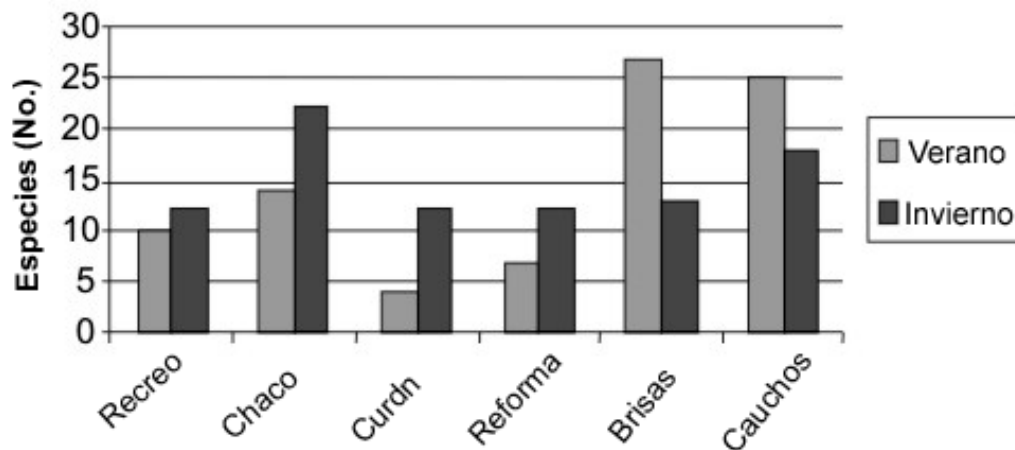


Figura 1. Comparación del número de especies de arvenses reportadas en las pasturas evaluadas en verano e invierno de fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia)

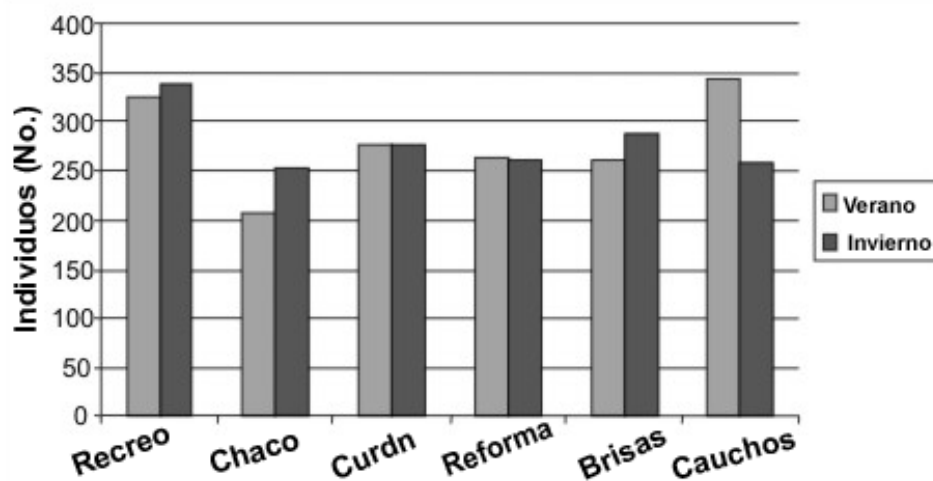


Figura 2. Comparación del número de individuos de arvenses reportadas en las pasturas evaluadas en época de verano e invierno en fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia)

Cuadro 5. Análisis de riqueza y abundancia, según el indicador de Simpson, en pasturas de fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia).

Finca	Verano	Invierno
Las Brisas	0,92	0,91
Cauchos	0,89	0,94
Curdn	0,67	0,84
La Reforma	0,72	0,85
El Recreo	0,78	0,77
El Chaco	0,92	0,91

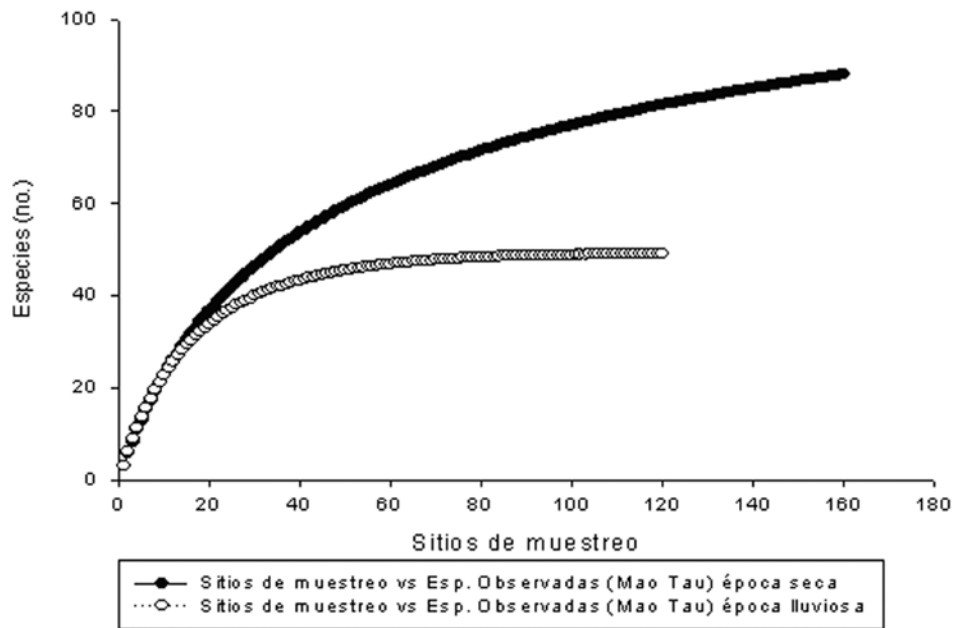


Figura 3. Curva de acumulación de especies en dos épocas del año en pasturas de fincas ganaderas en el Departamento de Tolima (Colombia).

Cuadro 6. Usos y atributos de las especies de arvenses identificadas en pasturas de fincas ganaderas del departamento del Tolima (Colombia).

Atributo	Especie	Referencia
Nutricional	<i>Acmella paniculata</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Aeschynomene sp.</i> , <i>Chromolaena laevigata</i> , <i>Cyperus luzulae</i> , <i>Elephantopus mollis</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> , <i>Pseudelephantopus spicatus</i> , <i>Pseudelephantopus spiralis</i> , <i>Fleischmannia sp</i> , <i>Scoparia dulcis</i>	Mora y Acosta, 2001; Esquivel 1999; Sierra y Arcila 2002. Vidal, 2005.
Medicinal	<i>Acmella paniculata</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Alternanthera polygonoides</i> , <i>Baccharis trinervis</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Conyza bonariensis</i> , <i>Eclipta alba</i> , <i>Elephantopus mollis</i> , <i>Eleutheranthera tenella</i> , <i>Pseudoelephantopus spirallis</i> , <i>Commelina elegans</i> , <i>Croton leptostachyus</i> , <i>Emilia sonchifolia</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> , <i>Mimosa pudica</i> , <i>Pseudoelephantopus spicatus</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Senna obtusifolia</i> , <i>Solanum americanum</i> , <i>Stachytarpheta cayennensis</i> .	Mora y Acosta, 2001; Soto y Aguila, 2006; Esquivel 1999; Font Quer 1990; Gómez Rivera 1987; Bernal y Correa 1991; Lira y Noriega, 2003.
Uso apícola	<i>Acmella paniculata</i> , <i>Baccharis trinervis</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> , <i>Alternanthera polygonoides</i> , <i>Eupatorium laevigatum</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Emilia sonchifolia</i> , <i>Hyptis capitata</i> , <i>Hyptis atrorubens</i> , <i>Hyptis mutabilis</i> , <i>Cuphea micrantha</i> , <i>Baccharis trinervis</i> , <i>Conyza bonariensis</i> , <i>Eclipta alba</i> , <i>Emilia sonchifolia</i> , <i>Fleishmania sp</i> , <i>Melampodium divaricatum</i> , <i>Pseudelephantopus spicatus</i> , <i>Pseudelephantopus spiralis</i> , <i>Wedelia sp</i> .	Esquivel 1999; Sierra y Arcila, 2002; Vidal, 2005
Coberturas Nobles	<i>Borreria laevis</i> , <i>Croton leptostachyus</i> , <i>Commelina elegans</i> , <i>Desmodium cajanifolium</i> , <i>Drymaria cordata</i> , <i>Euphorbia hirta</i> , <i>Hydrocotyle bonariensis</i> , <i>Hyptis atrorubens</i> , <i>Indigofera hirsuta</i> , <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Polygala verticillata</i> , <i>Portulaca oleracea</i> .	Gomez y Rivera 1987; Gómez, A. 1990; Sierra y Arcila, 2002

Se demostró que la mitad de las especies de arvenses en pasturas tienen algún uso benéfico; por tal motivo se debe seguir avanzando en la investigación haciendo estudios comparativos y complementarios de la presencia de arvenses en función de variables edáficas climáticas y de manejo.

LITERATURA CITADA

Barcellos A. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-CPAC). pp. 38.

Tracy BF, Sanderson M. A. 2004. Forage productivity, species evenness and weed invasion in pasture

communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102 (2004) 175–183

Bernal H y Correa J. E. 1991. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo VI. SECAB. Bogotá - Colombia. p. 507.

Crawley, M.J., S.L. Brown, M.S. Heard, and G.R. Edwards. 1999. Invasion-resistance in experimental grassland communities: species richness or species identity. *Ecol. Lett.* 2, 140–148.

- Dukes, J.S., 2001. Biodiversity and invasibility in grassland microcosms. *Oecologia* 126, 563–568.
- Esquivel H.E. 1999. Estudio de las especies arvenses de la familia Asteraceae en el departamento del Tolima (Colombia). Universidad del Tolima. Comité central de investigaciones. Año 2. septiembre
- Fontquer P. 1990. Plantas medicinales. Editorial labor p. 1033
- Gómez A; y H. Rivera H.1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Centro Nacional de Investigación del café (CENICAFE) Carvajal S.A. p. 490.
- Gómez A. 1990. Las malezas nobles previenen la erosión. *Avances Técnicos, Cení café, Colombia* # 151, p. 4
- Jiménez C; W. Rojas. 1988. Guía práctica para el empleo de los herbicidas más comunes en los cultivos forrajeros. Hoja divulgativa. N. 4 Escuela de zootecnia. UCR.
- Knops, J.M.H., D. Tilman, N.M. Haddad, S. Naeem, C.E. Mitchell, J. Haarstad, M.E. Ritchie, K.M. Howe, P.B. Reich, E. Siemann, and J. Groth. 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundance and diversity. *Ecol. Lett.* 2, 286–293.
- Levine, J.M., and C.M. D’Antonio. 1999. Elton revisited: a review of evidence linking diversity and invasibility. *Oikos* 87, 15–26.
- Lyons, K. G., and M. W. Schwartz, W. 2001. Rare species loss alters ecosystem function— invasion resistance. *Ecol. Lett.* 4, 358– 365.
- Lira Y; y A. Noriega. 2003. La vegetación de los potreros del norte de la sierra de los Tuxtla. Tesis profesional. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México df. 98 pp.
- Mercado B. 1989. Introduction to weed Science. Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture. SEARCA. College Laguna, Philippines. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s0c.htm>. (12 de Mayo de 2007).
- Mora J; y L. Acosta. 2001. Uso clasificación y manejo de la vegetación asociada al cultivo del café (*Coffea arabica*) desde la percepción campesina en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. Vol 8 n. 32.
- Naeem, S., J.M.H. Knops, D. Tilman, K.M. Howe, T. Kennedy, and S. Gale, S. 2000. Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. *Oikos* 91, 97–108.
- Ospina S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Nicaragua. Tesis de M.Sc. CATIE. Costa Rica. p. 88.
- Sanderson, M.A. 2008. Ten questions about pastures and biodiversity. USDA-ARS Pasture Systems and Watershed Management Research Unit University Park, PA. On line
- <http://www.vido.org/beefinfonet/management/images/PasturesandbiodiversitySanderson.pdf>
- Sierra P; y A. Arcila. 2002. La biodiversidad vegetal de las pasturas tropicales: elemento indispensable para una producción limpia en la ganadería. *El Cebú*. No 324: pp. 36-40.
- Sierra P; y A. Arcila. 2003. Desarrollo de un modelo sostenible de producción limpia en ganadería de carne. *El Cebú*. No 331: pp. 66-71.
- Soto R; y I. Agulia. 2006. Producción, uso y comercialización de las plantas medicinales en el municipio Rodas. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. p. 34 .
- Trujillo B. 1991. “Ecología de las malezas (Conferencia)”. I Jornadas Técnicas de Especialistas en Control de Malezas, Maracay, Venezuela, 5-7 Ago. 1991. Disponible en <http://www.umcc.cu/gestacad/monos%5C2008%5CAgronomia> (23 de Mayo de 2007).
- Vidal C. 2005. Manejo de las arvenses. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Departamento de Agricultura. Palmira. p 218.

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