



Gobierno Bolivariano de Venezuela

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras



Venezuela AHORA ES DE TODOS

Zootecnia tropical

# ZOOTECNIA TROPICAL

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas  
Maracay, Venezuela

ZOOTECNIA TROPICAL

ISSN: 0798 -7269 Dep. Legal: pp. 198302AR214

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela

Sitio Web: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zooindex.htm](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zooindex.htm)

**INDIZACIÓN**

C.A.B. International (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)

Toda correspondencia debe dirigirla a:  
REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL.  
INIA Ceniap.  
Apartado Postal 4653.  
Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.

**Direcciones electrónicas**

[zootrop@inia.gob.ve](mailto:zootrop@inia.gob.ve)  
[jgil@inia.gob.ve](mailto:jgil@inia.gob.ve)  
[nobispo@inia.gob.ve](mailto:nobispo@inia.gob.ve)

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.

**SE ACEPTA EL INTERCAMBIO  
CON OTRAS REVISTAS**

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

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](http://www.scielo.org.ve))

Valor de la suscripción: Venezuela Bs. 65,00 un año. Exterior: US \$ 75.00 one year. Ejemplar: Bs. 15.00

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

**INSTITUTO NACIONAL  
DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS**

Dr. Yván Gil  
Presidente

Dr. Orlando Moreno  
Gerente General

Dr. Luís Dickson  
Gerente de Investigación

Ing. David A. Díaz  
Gerente de Servicios y Producción Social

**COORDINACIÓN EDITORIAL  
REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL**

Dr. José L. Gil  
EDITOR JEFE

Dr. Néstor E. Obispo  
EDITOR ASISTENTE

Rosa Terán  
SECRETARIA

**EDITORES ASOCIADOS**

Sección Fisiología y Reproducción  
Dra. Thais Díaz (UCV, Fac. Cien. Vet.)

Sección Nutrición  
Dra. Susmira Godoy (INIA)

Sección Piscicultura y Acuicultura  
Dr. José Alió (INIA)

Sección Pastos y Forrajes  
M.Sc. Freddy Espinoza (INIA)

Sección Sanidad  
Dr. Nestor E. Obispo (INIA)

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

**CONSEJO ASESOR**

Dr. Carlos Lascano (Colombia)  
Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)  
Dra. Alicia Rabasa (Argentina)  
Dr. Manuel Fondevilla (España)  
Dr. Lee McDowell (EEUU)  
Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)  
Dr. Julio Lee (Cuba)  
Dr. Rony Tejos (Venezuela)  
Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)  
Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)  
Dr. Armando Fuentes (Venezuela)  
M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)  
Dra. Josefina Combellas (Venezuela)



## SUMARIO Vol. 27 No.3

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- García D. E., Medina M. G., Moratinos P., Torres A., Cova L. J, Perdomo D. y Santos O. Potencial forrajero para cabras de veinte especies leñosas en el estado Trujillo, Venezuela..... 221
- Espinoza F., Díaz Y., Hidalgo V., Folache L. y Palma J. Respuesta productiva de vacas doble propósito pastoreando soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) y suplementadas con dieta líquida a base de cují (*Acacia macracantha*) y ureafosfato ..... 233
- Pérez M. J., Morillo M. y Malpica L. Eficiencia de cuatro especies de *Centrosema* para utilizar fósforo de la roca fosfórica Riecito en suelos con diferentes capacidades de retención de fósforo..... 239
- Depablos L., Ordóñez J., Godoy S. y Chicco F. C. Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela ..... 249
- Mosquera O., Freitez R. y Rumbos A. T. Vigilancia epidemiológica de la brucelosis bovina en la Parroquia Buria, Municipio Simón Planas, estado Lara. Periodo 2006-2007 ..... 263
- Medina I. y Daló N. L. Ketamina disminuye los niveles de la hormona luteinizante en vacas lecheras ..... 271
- Ahuja A. C., Montiel P. F., Pérez H. P. y Gallegos S. J. Medio alternativo para la producción *in vitro* de embriones bovinos ..... 277
- Salvador A., Alvarado C., Contreras I., Betancourt R., Gallo J. y Caigua A. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de la leche de cabra en condiciones tropicales ..... 285
- Salvador A., Contreras I., Martínez G. y Hahn M. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico ..... 299
- Sandoval E., Morales G., Jiménez D., Pino L. A. y Marquez O. Efecto del albendazol incorporado a un bloque multinutricional sobre la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales y ganancia de peso en ovejas en estabulación..... 309
- Acosta V., Lodeiros C., Prieto A., Glem M. y Natera Y. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela..... 315
- Fortes da Silva R., Pinto Ribeiro Filho O., Navarro R. D., Bastos Teixeira R., Galvão de Freitas S., Maia Pereira M., Lisboa Valente E. E. e dos Santos L. C. Larva de mosca doméstica como alternativa na alimentação de lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*) ..... 329
- Baranenko J. A., Quijada J., González C., Araque H., Vivas I., Pérez A., Bethencourt A. y Moissant de R. E. Prevalencia de ecto y endoparásitos en cerdas gestantes y lactantes bajo cuatro sistemas de producción..... 335

## TABLE OF CONTENTS Vol. 27 No. 3

## SCIENTIFIC ARTICLES

- García D. E., Medina M. G., Moratinos P., Torres A., Cova L. J., Perdomo D., and Santos O. Fodder potential for goats of twenty woody species in Trujillo state, Venezuela..... 221
- Espinoza F., Díaz Y., Hidalgo V., Folache L., and Palma J. Productivity response of dual purpose cows grazing sorghum straw (*Sorghum bicolor*) and supplemented with liquid diet at cují (*Acacia macracantha*) and ureaphosphate ..... 233
- Pérez M. J., Morillo M., and Malpica L. Efficiency of four *Centrosema* species to use phosphorus from Riecito phosphate rock in soils with different phosphorus sorption capacity..... 239
- Depablos L., Ordóñez J., Godoy S., and Chicco C. F. Mineral proteic supplementation of grazing beef heifers in the central plains of Venezuela ..... 249
- Mosquera O., Freitez R., and Rumbos A. T. Epidemiological surveillance of bovine brucellosis in Buria County, Simón Planas Municipality, Lara state. 2006-2007 period..... 263
- Medina I. and Daló N. L. Ketamine decreases the level of luteinizing hormone in dairy cows ..... 271
- Ahuja A. C., Montiel P. F., Pérez H. P., and Gallegos S. J. Alternative medium for *in vitro* production of bovine embryos..... 277
- Salvador A., Alvarado C., Contreras I., Betancourt R., Gallo J., and Cagua A. Effect of protected fat on production and composition of goat milk under tropical conditions..... 285
- Salvador A., Contreras I., Martínez G., and Hahn M. Relationship between body weight, biometric traits and age in growth of Canarian crossbreed goat from birth to one year-old in the tropic..... 299
- Sandoval E., Morales G., Jiménez D., Pino L. A., and Marquez O. Efficacy of albendazol incorporated in a urea molasses block on the fecal egg counts of gastrointestinal nematodes and body weight in sheep under intensive conditions..... 309
- Acosta V., Lodeiros C., Prieto A., Glem M., and Natera Y. Depth effect on growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Cariaco Gulf, Sucre state, Venezuela..... 315
- Fortes da Silva R., Pinto Ribeiro Filho O., Navarro R. D., Bastos Teixeira R., Galvão de Freitas S., Maia Pereira M., Lisboa Valente E. E., and dos Santos L. C. Fly worm as alternative to feed lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*) ..... 329
- Baranenko J. A., Quijada J., González C., Araque H., Vivas I., Pérez A., Bethencourt A., and Moissant de R. E. Prevalence of ecto and endoparasites in pregnant and weaning sows under four production systems ..... 335

## Potencial forrajero para cabras de veinte especies leñosas en el estado Trujillo, Venezuela

Danny E. García<sup>1\*</sup>, María G. Medina<sup>1</sup>, Pedro Moratinos<sup>1</sup>, Adolfo Torres<sup>1</sup>,  
Luis J. Cova<sup>2</sup>, Daniel Perdomo<sup>1</sup> y Oscar Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Estación Experimental de Trujillo, Pampanito, Trujillo. Venezuela. \*Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

<sup>2</sup>Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes. Trujillo, Trujillo. Venezuela

---

### RESUMEN

Mediante el análisis de componentes principales (ACP) y de clasificación automática, se estudiaron las variaciones del potencial forrajero de veinte especies en el estado Trujillo, Venezuela, en función del método de propagación (semilla botánica y estaca) y la época del año. Se evaluó la producción de biomasa comestible, la aceptabilidad relativa con cabras y la composición química. Independiente de la forma de propagación, el ACP detectó una alta variabilidad para los primeros tres componentes (64,3-72,8%). Las variables que presentaron las mayores fluctuaciones entre las especies fueron los contenidos de fibra detergente neutra, cenizas y fracción fenólica. La producción de biomasa comestible, el contenido proteico y de terpenos; así como la preferencia exhibieron menos variaciones inter-específicas. Los ramones con mejores resultados integrales fueron *Morus alba*, *Chlorophora tinctoria*, *Cordia alba*, *Gliricidia sepium*, *Pentaclethra maculosa*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Wedelia aff. caracasana* y *Guazuma ulmifolia*. No obstante, mediante el índice de potencial forrajero, también se identificaron como promisorias a *Pithecellobium pedicellare* y *Bauhinia cumanensis*. *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Capparis odoratissima*, *Moringa oleifera*, *Leucaena leucocephala* exhibieron un potencial intermedio. Sin embargo, la biomasa de *Acacia* spp., *Azadirachta indica*, *Bulnesia arborea*, *Cassia alata* y *Samanea saman* presentaron poca factibilidad de uso como forraje. La producción de material comestible y la aceptabilidad constituyeron las variables de mayor relevancia para la estimación del potencial forrajero integral. En las especies evaluadas la aceptabilidad de las cabras se encontró relacionada negativamente con los niveles de fibra ( $P<0,05$ ) y terpenoides ( $P<0,01$ ), y no con los compuestos fenólicos.

*Palabras clave:* forraje, cabras, biomasa, aceptabilidad, composición química

---

### Fodder potential for goats of twenty woody species in Trujillo state, Venezuela

#### ABSTRACT

Using the main components (ACP) and automatic classification (ACA) analysis, the variations of the fodder potential of twenty species in Trujillo state, Venezuela, according to the propagation method (stake and botanical seed) were studied. The production of edible biomass, the relative acceptability by goats and the chemical composition were evaluated. Independently of the propagation form, a high variability for the first three components were detected (64.3-72.8%). The fibre neuter detergent, ash, and phenolic fraction showed the biggest fluctuations among the species. The edible biomass production, proteic and terpenoids levels and preferences showed low inter-specific variations. The species with better integral results were *Morus alba*, *Chlorophora tinctoria*, *Cordia alba*, *Pentaclethra maculosa*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Wedelia aff. caracasana*, *Gliricidia sepium*, and *Guazuma ulmifolia*. However, by the fodder potential index, *Pithecellobium pedicellare* and *Bauhinia cumanensis* were identified as promissory. *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Capparis odoratissima*, *Moringa oleifera*, and *Leucaena leucocephala* exhibited an intermediate potential. However, the

biomass of *Acacia* spp., *Azadirachta indica*, *Bulnesia arborea*, *Cassia alata*, and *Samanea saman* presented little use feasibility as forage. The production of edible biomass and the acceptability constituted the most relevant variables to estimate the fodder potential. In the evaluated species the goat acceptability related with the fibre ( $P<0.05$ ) and terpenoids ( $P<0.01$ ) levels. No relationship among acceptability and phenolic compounds level were observed.

*Keywords:* forage, goats, biomass, acceptability, chemical composition

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las características forrajeras de los árboles y arbustos de mayor distribución tropical es de vital importancia para el diseño de sistemas de alimentación sostenibles con la utilización de bajos insumos (Clavero, 1998). En este sentido, aún cuando son ampliamente reconocidas las bondades que presentan los árboles como mejoradores de los ecosistemas y el papel preponderante de la biomasa en las dietas de los animales, existe gran cantidad de especies de las cuales se desconoce su verdadero potencial en términos de producción de follaje, la calidad nutricional y la aceptabilidad de estas fuentes alimentarias (Baldizán, 2003).

Por otra parte, en la mayoría de los sistemas de alimentación de rumiantes en las zonas ganaderas del estado Trujillo, Venezuela, no se considera el follaje de arbóreas y arbustivas como fuentes importantes de nutrimentos para los animales debido, entre otras razones, al desconocimiento de las potencialidades que tienen para la alimentación en sistemas de pastoreo-ramoneo (García *et al.*, 2008a).

Teniendo en cuenta estos aspectos, en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, en su sede de Trujillo, se han trazado una serie de lineamientos a mediano plazo para estudiar, dentro de los recursos fitogenéticos arbóreos y arbustivos más representativos, cuales especies exhiben las mejores potencialidades como forraje; con la premisa de implementar programas de propagación de especies forrajeras en fincas de pequeños y medianos productores ganaderos, que garanticen una mayor oferta de alimento para los rumiantes.

Considerando que la producción de rumiantes menores, a nivel de pequeños y medianos productores, constituye uno de los sistemas productivos más extendidos en la región Andina Venezolana, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el potencial

forrajero para cabras, de algunas especies arbóreas y arbustivas en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela, en función del método de propagación y la época del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características de la zona

El experimento se realizó en la Estación Experimental y de Producción Agrícola “Rafael Rangel” de la Universidad de los Andes en el sector La Catalina, Vega Grande, parroquia La Paz, municipio Pampán del estado Trujillo, Venezuela. La Estación se sitúa entre los paralelos 9° 35' 00" y 9° 37' 19" N y entre los meridianos 70° 27' 00" y 70° 31' 39" O, a una altitud entre 270 y 300 msnm.

La formación vegetal en el área de estudio se encuentra definida como zona de transición entre Bosque Húmedo Tropical a Seco Tropical, con suelos de buen drenaje, de textura franco limosa, de baja fertilidad, profundos, fáciles de labrar y de una alta capacidad para retener humedad a través del perfil.

La zona presenta precipitación promedio menor de 60 mm en el mes más seco (junio) y no mayor de 250 mm en el mes más húmedo (octubre); por lo general se presentan dos máximos en la distribución anual de lluvias, uno en abril y otro en octubre. La precipitación promedio anual alcanza 1.220 mm, aproximadamente, la temperatura es variable durante el año, al igual que la humedad relativa. Las características edafoclimáticas que prevalecieron en el área experimental durante el periodo de recolección de información se muestran en los Cuadros 1 y 2.

### Especies evaluadas

Se evaluó el potencial forrajero de veinte especies en la zona baja del estado Trujillo: *Chlorophora tinctoria* (mora), *Morus alba* (morera), *Pithecellobium pedicellare* (hueso de pescao), *Gliricidia sepium*

Cuadro 1. Indicadores de la composición química del suelo.

Variable	Valor	Clasificación
pH (KCl)	8,15	Medianamente alcalino
MO, %	2,04	Medio
Nitrógeno asimilable, %	0,09	Bajo
P, cmol/kg	51,0	Alto
Carbono orgánico, %	1,18	Bajo
K, cmol/kg	29,5	Bajo
Ca, cmol/kg	244,0	Medio
Mg, cmol/kg	60,5	Bajo

Cuadro 2. Valores promedios de los indicadores climáticos más relevantes durante el periodo experimental.

Mes	Precipitación	Temperatura media	Humedad relativa
	mm	°C	%
Enero	52,3	25,6	63,2
Febrero	66,2	25,9	63,1
Marzo	73,0	26,6	67,4
Abril	154,5	26,9	67,2
Mayo	115,0	26,9	67,5
Junio	52,2	27,1	70,3
Julio	69,1	27,2	70,0
Agosto	140,7	27,7	70,3
Septiembre	141,6	26,8	67,7
Octubre	212,5	26,8	67,5
Noviembre	139,0	26,2	66,4
Diciembre	88,6	26,1	66,5

(mataratón), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Cordia alba* (caujaro), *Trichantera gigantea* (nacedero), *Tithonia diversifolia* (tara), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Moringa oleifera* (ben), *Azadirachta indica* (nim), *Samanea saman* (samán), *Acacia* spp. (cuji), *Bauhinia cumanensis* (cadeno), *Bulnesia arborea* (vero), *Capparis odoratissima* (olivo), *Cassia alata* (mucuteno), *Hibiscus rosa-sinensis* (cayena), *Pentaclethra maculosa* (burra) y *Wedelia aff. caracasana* (flor amarilla). En el Cuadro 3 se muestran algunas de las características más relevantes de estos ramones.

### Producción de biomasa

La evaluación agronómica se realizó en el banco forrajero de la Estación en un área total de 0,76 ha en la cual las especies evaluadas (1 planta/especie/parcela) se encontraban distribuidas al azar en cinco parcelas de 4 x 10 m (4 surcos con 5 plantas cada uno), para un total de 20 plantas/parcela y 5.000 plantas/ha. La plantación, en las que se encontraban todas las especies, tenía tres años de establecida y con anterioridad había sido sometida a cortes periódicos cada 60 días durante 2 años. Todas las especies se

Cuadro 3. Características generales de las especies evaluadas en el estado Trujillo, Venezuela.

Especie	Familia	Porte	Uso tradicional	Distribución en Trujillo
<i>Acacia</i> spp.	Leguminosae	Arbóreo	S†	M (AN)‡
<i>A. indica</i>	Meliaceae	Arbóreo	S, O, CV	M (AI)
<i>B. cumanensis</i>	Leguminosae	Herbáceo	Me	A (AN)
<i>B. arborea</i>	Zygophyllaceae	Arbóreo	S, Md, CV	A (AN)
<i>C. odoratissima</i>	Capparidaceae	Arbóreo	S, CV	M (AN)
<i>C. alata</i>	Leguminosae	Arbustivo	Me	A (AN)
<i>C. tinctoria</i>	Moraceae	Arbóreo	S, Md	A (AN)
<i>C. alba</i>	Esterculeaceae	Arbóreo	S, CV	A (AN)
<i>G. sepium</i>	Leguminosae	Arbóreo	F, CV	A (AN)
<i>G. ulmifolia</i>	Esterculiaceae	Arbóreo	F, S	A (AN)
<i>H. rosa-sinensis</i>	Malvaceae	Arbustivo	O, CV	M (AI)
<i>L. leucocephala</i>	Leguminosae	Arbóreo	F	M (AN)
<i>M. oleifera</i>	Moringaceae	Arbóreo	F	L (AI)
<i>M. alba</i>	Moraceae	Arbustivo	F	L (AI)
<i>P. pedicellare</i>	Leguminosae	Arbóreo	S, CV, Md	A (AN)
<i>P. macroloba</i>	Leguminosae	Arbóreo	S, CV	M (AN)
<i>S. saman</i>	Leguminosae	Arbóreo	S, Md	A (AN)
<i>T. gigantea</i>	Acanthaceae	Arbustivo	CV	L (AN)
<i>T. diversifolia</i>	Asteraceae	Arbustivo	Me	A (AN)
<i>W. aff. caracasana</i>	Asteraceae	Arbustivo	Me	L (AN)

† S: sombra, O: ornato, CV: cerca viva, Me: medicinal, Md: madera, F: forraje.

‡ L: distribución limitada M: distribución media A: amplia distribución, AN: acesión nativa, AI. Acesión introducida.

encontraban sembradas a 1 m entre surcos y 2 m entre plantas.

Las especies *C. tinctoria*, *M. alba*, *G. sepium*, *C. alba*, *T. gigantea*, *T. diversifolia* y *H. rosa-sinensis* se plantaron por estacas y en el caso de *P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *L. leucocephala*, *M. oleifera*, *A. indica*, *S. saman*, *Acacia* spp., *B. cumanensis*, *B. arborea*, *C. odoratissima*, *C. alata*, *P. macroloba* y *W. aff. caracasana* a partir de plántulas de 8 semanas de edad, las cuales fueron inicialmente sembradas en

vivero utilizando semilla botánica y escarificación específica en cada caso (Medina, 2006).

Durante la evaluación se realizaron seis cortes con tijeras de podar (tres en el periodo poco lluvioso y tres en el lluvioso) con una frecuencia de 60 días. Los cortes se realizaron teniendo en cuenta la altura prefijada (1 m). Después del establecimiento no se aplicó ningún tipo de fertilizante.

Los resultados obtenidos a partir de los cortes consecutivos, en función de cada época del año, se promediaron para analizar la influencia de la época

en la producción de biomasa, y por consiguiente en el potencial forrajero. Sobre la base de las plantas seleccionadas se determinó el peso total de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos inferiores a 6 mm de diámetro).

De la biomasa individual de cada planta se tomó una porción de 300 a 600 g para llevar a cabo las determinaciones del contenido de materia seca (AOAC, 1990) y los análisis químicos. El resto del material vegetal fue utilizado para la realización de la prueba de cafetería con cabras. La determinación de todas las variables se realizó por triplicado a partir de la biomasa recolectada en el ensayo agronómico, los contenidos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y cenizas se cuantificaron mediante las metodologías propuestas por la AOAC (1990).

La cuantificación de los polifenoles totales (FT) se llevó a cabo mediante el método de Folin-Ciocalteu (Makkar, 2003), los taninos que precipitan las proteínas (TPP) por el protocolo de la albúmina de suero bovino (Makkar *et al.*, 1988), los taninos condensados (TC) basados en el ensayo del nbutanol/H<sup>+</sup> en presencia de Fe<sup>3+</sup> (Porter *et al.*, 1986) y los esteroides y terpenoides totales (ET), en esencia, mediante el método descrito por Galindo *et al.* (1989) realizando lecturas individuales para cada grupo, a partir de la región de máxima absorción de los complejos formados.

### Aceptabilidad relativa

El ensayo se realizó con el follaje recolectado en el periodo lluvioso. La aceptabilidad de los forrajes se estimó mediante una prueba de cafetería siguiendo cuidadosamente las descripciones realizadas por Pinto *et al.* (2003; 2005). Para el montaje de la prueba se consideraron las especificaciones informadas por García *et al.* (2008a,b) y por Medina *et al.* (2008) en pruebas preliminares realizadas con las especies en estudio.

Se utilizaron veinte cabras Criollas adultas de 32,3 ±1,43 kg de peso vivo, las cuales se seleccionaron teniendo en cuenta la homogeneidad en cuanto a peso, edad y estado fisiológico, sin antecedentes de consumo de las especies ofertadas. Antes de comenzar el experimento los animales se encontraban en condiciones de pastoreo en áreas con predominio de *Cynodon nlemfuensis*, *Digitaria* spp. y *Panicum maximum* y únicamente eran suplementados con sal

mineral y 215 g/animal/d de concentrado comercial (PC: 18,0%, FDN: 65,7%, Cenizas: 9,5%).

Inicialmente, los animales se desparasitaron con sulfóxido de albendazol (0,12 g/animal) y se les aplicó complejo vitamínico 15 días antes de la fase experimental.

Cada animal fue colocado en compartimentos individuales techados de 5 x 5 m con piso de cemento y separados entre sí por paredes de 1,5 m de altura, en los cuales se situaron comederos de madera y cabilla divididos en compartimentos donde se introdujeron las especies a evaluar. Los animales fueron adaptados a la alimentación en confinamiento durante un periodo de ocho días, después de los cuales se comenzó a ofertar las especies y se procedió a la colecta de datos (veinte días de experimentación). Durante la etapa diaria de consumo los animales no tuvieron contacto visual entre sí.

La recolección del forraje se realizó a partir de las parcelas individuales utilizadas para la determinación de la producción de biomasa y de parcelas adicionales sometidas al mismo manejo agronómico. El follaje inicialmente se colocó aleatoriamente en cada compartimiento del comedero durante los días de evaluación, de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles para así bloquear el hábito reflejo de los animales a la posición, la distancia del alimento y el primer encuentro con éste (Pinto *et al.*, 2002, 2003).

Durante el periodo de adaptación a las condiciones de estabulación, las cabras fueron alimentadas con *C. nlemfuensis* como dieta basal *ad libitum*. En el periodo experimental los animales se alimentaron con las especies de manera simultánea y a razón de 0,80 kg MS /animal/d. Los follajes fueron ofrecidos durante seis horas diariamente por la misma persona; en las horas siguientes a los animales solo se les ofreció pasto estrella y agua a voluntad en los bebederos de cada corral.

Diariamente se midió el consumo de cada especie ofertada, determinado mediante la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y rechazado por los animales, ajustando las pérdidas inherentes a la deshidratación espontánea de los forrajes en el tiempo.

### Determinación del índice de potencial forrajero

Con el propósito de jerarquizar las especies estudiadas, de acuerdo a sus características, se utilizó la metodología propuesta por Stewart y Dunsdon (1998) en la cual, mediante la selección inicial de variables no correlacionadas linealmente, se calculan índices diferentes de potencial forrajero.

En esta investigación se calcularon dos índices importantes, considerando que *a priori* en este estudio la producción de biomasa y la aceptabilidad relativa no presentaron correlación entre sí. Estos son índice de producción de biomasa comestible (IPBC) e índice de producción de biomasa y aceptabilidad (IPBA). La información de cada variable se incorporó en un valor único para cada especie. Cada índice se calculó como la suma de las diferencias ajustadas al promedio. Por cada variable que contribuyó al índice, el promedio general fue sustraído del valor para cada especie y el resultado, como diferencias ajustadas, se expresó en múltiplos de la desviación estándar. Este procedimiento permitió conferirle a cada variable igual peso, mediante la transformación de una distribución normal estándar para cada caso. La diferencia ajustada positiva indicó un grupo mejor que el promedio para la variable en estudio. Las diferencias ajustadas, se sumaron algebraicamente para obtener un valor de índice global, considerando que los valores más altos son indicativos de un mayor potencial forrajero.

### Diseño experimental y métodos estadísticos

Para las evaluaciones agronómicas y la determinación de la composición química se empleó un diseño totalmente aleatorizado y cinco réplicas, donde las especies evaluadas constituyeron los tratamientos. Para la realización de la prueba de cafetería se utilizó un diseño en cuadrado latino balanceado (20 animales x 20 especies ofertadas x 20 días de evaluación), según lo recomendado por Pinto *et al.* (2005).

Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 para Windows (Visauta, 1998). Los procedimientos para la realización del análisis de componentes principales (ACP) y de clasificación automática (ACA), así como la tipificación de los datos previo a cada análisis, coincidieron con las descripciones realizadas por Olivera y Machado (2004) y Machado (2006).

Las correlaciones lineales realizadas *a priori*, para conocer el nexo entre las variables medidas y así poder descartar aquellas relacionadas entre sí, con el objetivo de estimar el potencial forrajero, se llevaron a cabo mediante el mismo paquete utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del ACP para las variables agronómicas, de aceptabilidad y de calidad nutricional, en función de la forma de propagación (estaca y semilla botánica). En este sentido, para las especies propagadas por estacas y por semilla botánica, la varianza total acumulada fue elevada (72,8 y 64,3%, respectivamente). Para este análisis no se incluyó la variación ocasionada por la época ya que la prueba de aceptabilidad se realizó solamente con la biomasa recolectada de los cortes del periodo lluvioso.

Independientemente de la forma de propagación, los indicadores que explicaron mejor la varianza en el componente 1 (CP1) fueron los contenidos de FDN, cenizas, FT, TC y TPP. Con respecto a la interrelación entre las variables, los indicadores proximales de mayor representación y los fenoles y taninos se relacionaron positivamente entre sí, a excepción del contenido de cenizas para las plantas propagadas por estacas, el cual se relacionó negativamente con el resto de las variables de mayor representación. Estas relaciones describen, desde el punto de vista fitoquímico, que las especies con mayor proporción de fibra presentaron elevada concentración de metabolitos hidroxilados, aspectos que coinciden con lo planteado por numerosos autores sobre el efecto negativo de los compuestos de la pared celular y los taninos en la nutrición animal (Kumar, 1992; Makkar, 2003). En la mayoría de los casos estos compuestos presentan funciones defensivas y sus concentraciones dependen del estatus nutricional y fisiológico de la planta y de la proporción de compuestos fenólicos derivados de la lignina que forman parte de la fracción fibrosa (De Marcano y Hasegawa, 1991; García, 2004).

El segundo componente (CP2) extrajo 21,7% de la varianza total para las especies multiplicadas por estacas y 23,1% para las propagadas sexualmente. Las variables con mayor relación fueron la producción de biomasa comestible, la concentración de PC (para las plantas propagadas por esquejes), los contenidos de

Cuadro 4. Resultados del análisis de componentes principales y relación entre las variables de potencial forrajero en especies leñosas del estado Trujillo, Venezuela.

Variable	Tipo de propagación					
	Estaca			Semilla botánica		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
Biomasa comestible	-0,07	0,65	0,31	0,11	0,87	0,02
Preferencia	-0,44	-0,40	0,64	-0,26	-0,75	0,27
Proteína cruda	0,09	0,66	0,41	0,16	0,11	0,48
Fibra detergente neutro	0,51	0,38	-0,12	0,38	0,25	-0,13
Cenizas	-0,72	-0,28	-0,25	0,64	-0,26	-0,26
Polifenoles totales	0,83	-0,18	0,17	0,69	-0,16	0,16
Taninos condensados	0,69	-0,45	0,49	0,88	-0,45	0,51
Terpenoides totales	0,36	0,54	-0,54	0,37	0,72	-0,27
Taninos precipitantes	0,85	-0,03	0,31	0,55	-0,10	0,36
Valor propio ( $\lambda$ )	4,56	2,61	1,57	3,84	2,84	1,06
Varianza, %	38,10	21,70	13,00	24,74	23,10	16,48
Varianza total, %	38,10	59,80	72,80	24,74	47,84	64,32

terpenoides totales y la preferencia (para las propagadas por semilla), todas relacionadas positivamente entre sí. Los nexos observados entre estas variables describen que las especies sembradas por estacas que presentaron mayor producción de forraje exhibieron mayores contenidos proteicos, pero con niveles elevados de terpenoides. Sin embargo, las especies propagadas por semilla botánica con mayor cantidad de biomasa fueron menos preferidas por las cabras. En este sentido, el efecto negativo de los terpenoides en la aceptabilidad constituye un resultado relevante, considerando que estos metabolitos, comparado con los taninos y los alcaloides, se les han dado menor atención como compuestos antinutricionales en la alimentación animal (Personious *et al.*, 1987; García, 2004).

El tercer componente (CP3) solamente explicó 13,0% de la variabilidad para el caso de las plantas multiplicadas por estacas y 16,5% para las propagadas por semilla sexual. En la formación de cada componente contribuyeron la preferencia (plantas propagadas por estacas), el contenido de PC (plantas propagadas por semilla botánica) y los contenidos de TC, lo cual sugiere, considerando el signo de cada coeficiente, que los TC estimularon el consumo realizado por las cabras en el caso de las especies propagadas por estaca y que los terpenoides presentes en la biomasa comestible de estas plantas

influyeron también negativamente en la aceptabilidad de los forrajes evaluados. Al respecto, es ampliamente conocido que los TC, cuando se encuentran en concentraciones adecuadas, pueden traer consigo efectos benéficos en la nutrición y la salud animal, aspecto que a sido planteado por Aerts *et al.* (1999) para el caso particular de los pequeños rumiantes, en los cuales en condiciones de pastoreo en bosques, se ha observado que en ocasiones prefieren consumir leñosas que contienen taninos (Baldizán, 2003). Este comportamiento, en principio contradictorio a observaciones realizadas por otros autores (Alonso Díaz *et al.*, 2007), ha sido asociado a estrategias de diversificación de la dieta por parte de las cabras, por el hecho que los taninos son compuestos con acentuada actividad antiparasitaria (García y Medina, 2005a) y el consumo de arbóreas con polifenoles podría constituir un método de control natural de las parasitosis y otras patologías (García y Medina, 2005b). En este sentido, se ha documentado el efecto directo de determinados metabolitos primarios y secundarios como factores asociados directamente con la conducta ingestiva de los rumiantes menores, los cuales en dependencia de la ruta metabólica de degradación, la estructura química primaria y secundaria; así como la concentración del metabolito mayoritario y sus derivados en el rumen, pueden desencadenar respuestas de estimulación o rechazo del alimento (Titus *et al.*, 2000).

Cuadro 5. Grupos formados mediante el análisis de clasificación automática según las características forrajeras de las especies evaluadas.

Grupo	Tipo de propagación		
	Estaca	Contribución	Semilla botánica
1	<i>H. rosa-sinensis</i>	88,9	<i>G. ulmifolia</i>
	<i>G. sepium</i>		<i>P. macroloba</i>
	<i>C. tinctoria</i>		<i>W. aff. caracasana</i>
	<i>M. alba</i>		
2	<i>C. alba</i>	66,7	<i>C. odoratissima</i>
	<i>T. diversifolia</i>		<i>M. oleifera</i>
			<i>B. arborea</i>
			<i>L. leucocephala</i>
3	<i>T. gigantea</i>	11,1	<i>Acacia</i> spp.
			<i>A. indica</i>
			<i>B. cumanenses</i>
			<i>P. pedicellare</i>
			<i>S. saman</i>
	<i>C. alata</i>	22,2	

Por otra parte, el ACA separó las especies en diferentes grupos, con características distintivas entre sí (Cuadro 5). Teniendo en cuenta las particularidades de cada conglomerado, en función a la contribución positiva a la formación de los grupos, las especies del grupo I se caracterizaron por presentar los mejores resultados integrales; las del grupo II también exhibieron resultados sobresalientes. Por su parte, las que conformaron el grupo III presentaron los resultados más discretos, comparativamente.

Los mejores resultados grupales del conglomerado formado por *H. rosa-sinensis*, *G. sepium*, *C. tinctoria* y *M. alba*; así como *G. ulmifolia*, *P. macroloba* y *W. aff. caracasana* coinciden con algunas evaluaciones realizadas en otros países, en los cuales se han evaluado algunos de estos árboles forrajeros (El Hassan *et al.*, 2000; Pinto *et al.*, 2002; 2003). Considerando estrictamente la distribución de las especies, al analizar de forma conjunta todas las variables involucradas, de las especies sembradas por estacas solamente *T. gigantea* mostró resultados poco satisfactorios, mientras que de las propagadas por semilla botánica *Acacia* spp., *A. indica*, *B. cumanensis*

y *P. pedicellare* conformaron el conglomerado con los resultados menos sobresalientes.

En este sentido, aunque el ACA constituye una herramienta importante para separar grupos de especies en función de las características individuales y grupales (Machado, 2006), la evaluación mediante índices calculados permiten jerarquizar, inclusive, las especies de forma individual. En el Cuadro 6 se muestra la ubicación de cada especie en dependencia del índice calculado. Para las especies propagadas por estacas, en ambos periodos climáticos, en el IBPC se destacaron *C. tinctoria*, *C. alba* y *G. sepium*, fundamentalmente. No obstante, más de la mitad de las leñosas evaluadas presentaron índices positivos, lo cual pone de manifiesto que éstas presentaron, en cuanto a producción de biomasa, un comportamiento superior a la media. *M. alba* se destacó en el periodo lluvioso. Sin embargo, el índice calculado para la época seca fue muy inferior, lo cual describe las características estacionales de producción de biomasa que exhibe la especie cuando no es fertilizada. Este aspecto ha sido señalado en algunos trabajos de investigación en los cuales se ha enfatizado que

Cuadro 6. Índices de potencial forrajero (IPBC: Índice de producción de biomasa comestible, IPBA: Índice de producción de biomasa comestible y aceptabilidad relativa) para cabras en dos épocas del año (PLL: periodo lluvioso y PPLL: periodo poco lluvioso) de las especies evaluadas en el estado Trujillo, Venezuela.

Método de propagación	Especie	Época					
		PLL		General	PPLL		General
		IPBC	IPBA		IPBC	IPBA	
Estaca	<i>C. tinctoria</i>	5,84	163,43	169,27	4,83	132,73	137,56
	<i>C. alba</i>	4,78	53,63	58,41	6,94	72,73	79,67
	<i>M. alba</i>	2,05	183,40	185,45	0,04	63,40	63,44
	<i>H. rosa-sinensis</i>	0,13	65,94	66,07	-0,21	32,62	32,41
	<i>G. sepium</i>	2,89	37,26	40,15	2,12	22,61	24,73
	<i>T. diversifolia</i>	-0,03	-12,72	-12,75	-0,01	-9,38	-9,39
	<i>T. gigantea</i>	-0,23	-43,98	-44,21	-0,32	-53,63	-53,95
Semilla botánica	<i>P. macroloba</i>	5,49	90,48	95,97	7,98	110,45	118,43
	<i>P. pedicellare</i>	22,18	112,95	135,13	17,95	98,68	116,63
	<i>G. ulmifolia</i>	16,63	106,04	122,67	16,94	99,63	116,57
	<i>B. cumanensis</i>	-4,23	96,53	92,30	-3,69	102,43	98,74
	<i>C. odoratissima</i>	4,37	-15,84	-11,47	9,94	25,85	35,79
	<i>W. aff. caracasana</i>	-11,23	25,74	14,51	-9,59	25,74	16,15
	<i>M. oleifera</i>	11,84	-6,93	4,91	7,98	-18,59	-10,61
	<i>L. leucocephala</i>	15,94	-60,74	-44,80	10,50	-64,73	-54,23
	<i>Acacia</i> spp.	10,47	-79,84	-69,37	9,36	-86,34	-76,98
	<i>C. alata</i>	7,43	-85,89	-78,46	2,74	-92,78	-90,04
	<i>A. indica</i>	11,83	-116,97	-105,14	12,84	-120,51	-107,67
	<i>S. saman</i>	-12,78	-111,64	-124,42	-32,84	-146,08	-178,92
	<i>B. arborea</i>	-14,63	-130,43	-145,06	-46,59	-154,38	-200,97

esta planta no leguminosa debe ser fertilizada para estimular elevadas producciones de forraje (Martín *et al.*, 2002; Medina, 2006).

Al evaluar los resultados obtenidos para el IPBA para las especies propagadas por estacas, independientemente de la época, se observó el mejor comportamiento en *C. tinctoria*, seguida por *M. alba* y *H. rosa-sinensis* en la época de lluvias y adicionalmente *C. alba* en sequía. En sentido general, los resultados no presentaron correspondencia con los obtenidos en el IBPC. Esto demuestra que la inclusión de la variable aceptabilidad al IPBA trajo consigo cambios significativos en la jerarquización del potencial forrajero entre las especies y que la producción de biomasa no guarda relación con las

variables que describen la interacción entre el forraje y el animal.

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en los índices generales, las especies propagadas asexualmente de mayor potencial forrajero para cabras en la zona baja del estado Trujillo son *C. tinctoria*, *C. alba*, *M. alba*, *H. rosa-sinensis* y *G. sepium*, mientras que el resto de las evaluadas en esta categoría (*T. diversifolia* y *T. gigantea*) exhibieron poca factibilidad para su uso en estos animales, en las condiciones de evaluación descrita. Dichos resultados ponen de manifiesto la importancia en la selección de variables fidedignas para la evaluación de especies forrajeras mediante análisis multivariado, lo relevante de considerar los metabolitos secundarios

en la caracterización de leñosas con posibilidad de uso en sistemas silvopastoriles y lo imprescindible de la inclusión del componente animal en los estudios integrales sobre especies promisorias.

Por otra parte, de las especies propagadas por semilla sexual en el IBPC, en ambos periodos climáticos, se destacaron *P. pedicellare*, *G. ulmifolia*, *M. oleifera*, *L. leucocephala*, *Acacia* spp. y *A. indica*, fundamentalmente. No obstante, más de la mitad de las leñosas evaluadas presentaron índices positivos, lo cual pone de manifiesto que, en cuanto a producción de biomasa, exhibieron un comportamiento superior a la media.

Independientemente de la época, al combinar los resultados con el IPBA, se observó el mejor comportamiento en *P. maculosa*, *P. pedicellare*, *B. cumanensis* y *G. ulmifolia*. Los resultados, solo en parte, presentaron correspondencia con los obtenidos en el IBPC, ya que solamente cinco y seis especies, presentaron IPBA positivo para el PLL y el PPLL, respectivamente. Estos resultados reafirman que la inclusión de la selección que realizan los animales es un factor medular para analizar las características forrajeras integrales de las especies evaluadas.

En esta investigación algunas de las arbóreas que no exhibieron los resultados más sobresalientes, pero que son reconocidas por su elevada producción de biomasa comestible y preferencia por los animales (*G. sepium* y *L. leucocephala*) (Mochiutti, 1995; Clavero, 1998), presentaron resultados discretos, quizás relacionados con las condiciones edafoclimáticas que prevalecieron en el ensayo agronómico y el ecotipo utilizado en la evaluación.

Las especies propagadas por vía sexual de mayor potencial forrajero para cabras fueron *P. maculosa*, *P. pedicellare*, *B. cumanensis* y *G. ulmifolia*, mientras que el resto exhibieron poca factibilidad para su uso en estos animales. No obstante, no se descarta su utilización en momentos de escasez de forraje o en zonas donde las condiciones edafoclimáticas, aunado a la elevada distribución natural de algunas de estas especies, justifique su utilización como suplemento para la alimentación animal. De las especies propagadas por estacas que exhibieron mejores resultados, solo *M. alba* es introducida en la zona, mientras que de las propagadas por vía sexual todas las accesiones son nativas de Trujillo. De ahí la necesidad de profundizar en las evaluaciones integrales con estas

especies, dándole mayor importancia a estos forrajes autóctonos, los cuales presentan elevado potencial para la alimentación de los rumiantes en todo el estado. De las especies de elevada distribución en Trujillo, propagadas por estacas, solo *T. diversifolia* exhibió índice negativo. Sin embargo, en cuanto a las especies propagadas por semilla botánica de amplia y media distribución, se observaron dos grupos con índices muy distantes entre sí, lo cual describe que algunas son muy buenas como forraje y otras no, en dependencia de los atributos evaluados.

## CONCLUSIONES

Las leñosas más promisorias como forrajeras para cabras en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela son *C. tinctoria*, *M. alba*, *P. maculosa*, *H. rosasinensis*, *W. aff. caracasana*, *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *P. pedicellare* y *B. cumanensis*.

Aun cuando algunas de las otras especies evaluadas presentan amplia distribución en el estado y considerable producción de biomasa comestible, las principales limitaciones se encuentran relacionadas con su baja aceptabilidad a causa de la presencia de esteroides en su follaje.

## LITERATURA CITADA

- Aerts R.J., T.N. Barry y W.C. Mc Nabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 75: 1-12.
- Alonso Díaz M.A., J.F.J. Torres Acosta, C.A. Sandoval Castro, H. Hoste, A.J. Aguiar Caballero y C.M. Cepetillo Leal. 2007. Is goats preference of forage trees affected by their tannins or fiber content when offered in cafeteria experiments? *Anim. Feed Sci. Technol.*, 141: 36-48.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15<sup>ta</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, EUA.
- Baldizán A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

- Clavero T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- De Marcano D. y M. Hasegawa. 1991. Fitoquímica Orgánica. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- El Hassan S.M., A. Lahlou, C.J. Newbold y R.J. Wallace. 2000. Chemical composition and degradation characteristics of foliage of some African multipurpose trees. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 86: 27-33.
- Galindo W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. *Livest. Res. Rural Dev.*, 1(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd1/1/mauricio.htm>
- García D.E. y M.G. Medina. 2005a. Metodología para el estudio de los compuestos polifenólicos en especies forrajeras. Un enfoque histórico. *Zootecnia Trop.*, 23(3): 261-296.
- García D.E. y M.G. Medina. 2005b. Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras del género *Albizia*. *Zootecnia Trop.*, 23(4): 345-352.
- García D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27(2): 101-111.
- García D.E., M.G. Medina, L.J. Cova, A. Torres, M. Soca, P. Pizzani, A. Baldizán y C.E. Domínguez. 2008a. Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes*, 31(3): 255-270.
- García D.E., M.G. Medina, L.J. Cova, M. Soca, P. Pizzani, A. Baldizán y C.E. Domínguez. 2008b. Aceptabilidad de follajes por vacunos, ovinos y caprinos en el Estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 191-196.
- Kumar R. 1992. Antinutritional factor. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. *En* Speedy A.W. y Pugliese P.L. (Eds.) *Legumes Trees and Other Fodder Trees as Protein Source for Livestock*. FAO Animal Production and Health Paper. No. 102. Roma, Italia. pp. 145-153.
- Machado R. 2006. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. *Establecimiento. Pastos y Forrajes*, 29(2): 155-167.
- Makkar H.P.S. 2003. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. A Laboratory Manual. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Makkar H.P.S., R.K. Dawra y B. Singh. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *J. Agric. Food Chem.*, 36: 523-525.
- Martín G., F. Reyes, I. Hernández y M. Milera. 2002. Agronomic studies with mulberry in Cuba. *En* Sanchez M.D. (Ed.) *Mulberry for Animal Production*. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Roma, Italia. pp. 103-112.
- Medina M.G. 2006. Germoplasma disponible para desarrollar sistemas agroforestales en el estado Trujillo. Memoria I Curso Nacional de Agroforestería. INIA, Trujillo, Venezuela.
- Medina M.G., D.E. García, L.J. Cova, M. Soca, C.E. Domínguez, A. Baldizán y P. Pizzani. 2008. Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes*, 26(3): 201-205.
- Mochiutti S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Olivera Y. y R. Machado. 2004. Evaluación de especies del género *Brachiaria* en suelos ácidos e infértiles durante la época de mínimas precipitaciones. *Pastos y Forrajes*, 27(3): 225-232.
- Personious T.L., C.L. Nwambolt, J.R. Stephens y R.C. Keiser. 1987. Crude terpenoid influence on mule deer preference for sagebrush. *J. Range Manage.*, 40(1): 84-87.

- Pinto R., L. Ramírez, J.C. Kú-Vera y L. Ortega. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. *Pastos y Forrajes*, 25(3): 171-180.
- Pinto R., H. Gómez, A. Hernández, F. Medina, B. Martínez, V.H. Aguilar, I. Villalobos, J. Nahed y J. Carmona. 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes*, 26(4): 329-333.
- Pinto R., H. Gómez, A. Hernández, F. Medina, B. Martínez, V.H. Aguilar, L. Tirado, L. Pérez, D. Galdámez, G. Pérez y J. Carmona. 2005. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Memorias Primer Simposio Nacional de forrajes tropicales en la producción animal*. Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Porter L.J., L.N. Hrstich y B.G. Chan. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.*, 25: 223- 230.
- Stewart J.L. y A.J. Dunsdon. 1998. Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range of *Leucaena* species. *Agrofor. Sys.*, 40: 177-198.
- Titus C.H., F.D. Provenza, A. Perevolotsky y N. Silanikove. 2000. Preferences for foods varying in macronutrients and tannins by lambs supplemented with polyethylene glycol. *J. Anim. Sci.*, 78: 1443-1449.
- Visauta B. 1998. *Estadística Multivariante*. McGraw Hill Interamericana de España. Madrid, España.

## Respuesta productiva de vacas doble propósito pastoreando soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) y suplementadas con dieta líquida a base de cují (*Acacia macracantha*) y ureafosfato

Freddy Espinoza<sup>1\*</sup>, Yris Díaz<sup>1</sup>, Víctor Hidalgo<sup>2</sup>, Luis Folache<sup>1</sup> y José Palma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Sección de Producción Animal. Apartado Postal 4653, Maracay 2101. Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: f\_espinoza@inia.gob.ve.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, Facultad de Agronomía. San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela.

---

### RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en una finca comercial al norte del estado Guárico, Venezuela, a fin de evaluar el efecto de la suplementación de una dieta líquida con melaza-cují-ureafosfato en vacas mestizas de doble propósito pastoreando soca de sorgo y su incidencia sobre la producción de leche y ganancia de peso durante el período seco, estableciéndose un análisis sencillo de ingresos vs. costo del suplemento. La duración del experimento fue de 75 días, incluyendo 15 días de adaptación durante el período seco del año 2006. Se utilizaron 32 vacas mestizas *Bos taurus* x *Bos indicus* con un peso inicial promedio de 422,5 ± 30,4 kg, las cuales pastorearon en un potrero de 80 ha con soca de sorgo (PSS). El diseño fue completamente al azar donde cada animal representó una réplica. Se establecieron dos tratamientos, T1: PSS y T2: PSS suplementado con una dieta líquida, la cual estuvo conformada por melaza, hojas de cují, ureafosfato y agua al 70, 15, 6 y 9%, respectivamente. Las variables medidas fueron producción de leche (PL), ganancia de peso (GDP), oferta de materia seca (MS) y composición química de la soca y el suplemento. La oferta inicial fue 3.044 kg MS/ha y al final del experimento la disponibilidad fue 1.702 kg MS/ha, lo que representó 44% de utilización de la soca (P<0,01). Se encontraron diferencias altamente significativas (P<0,01) para PL con mayores niveles en T2 (6,4 vs. 5,7 L/animal/día). La GDP fue mayor en T2 (P>0,05) con valores de 991 g/animal/d. Los contenidos de proteína cruda, calcio y fósforo del suplemento suministrado fueron altos (P<0,01) con valores de 14,0; 0,78 y 1,18%, respectivamente. Los ingresos resultaron ser superiores en T2 con una diferencia superior a los US \$ 887 para todos los animales. Se concluye que la suplementación con dietas líquidas melaza-cují-ureafosfato en vacas multíparas lactantes mejoraron los indicadores bioproductivos.

*Palabras clave:* vacas doble propósito, producción de leche, ganancia de peso, utilización soca de sorgo, *Acacia macracantha*.

---

### Productivity response of dual purpose cows grazing sorghum straw (*Sorghum bicolor*) and supplemented with liquid diet at cují (*Acacia macracantha*) and ureaphosphate

### ABSTRACT

The experiment was carried out in a farm at the north of Guárico state, Venezuela, with the objective to evaluate the effect of a liquid diet with molasses, cují leaves (*Acacia macracantha*) and ureaphosphate in dual purpose cows grazing sorghum straw (*Sorghum bicolor*) on the production of milk and weight gain in the dry period, and a simple analysis of income vs. supplement cost. The duration of the experiment was 75 days, including 15 days of adaptation during the dry period of year 2006. Thirty two cows *Bos taurus* x *Bos indicus* were used with an initial weight average of 422.5 ± 30.4 kg, grazing a pasture of 80 ha of sorghum straw (PSS). The design was

a completely random where each animal represented a repetition. Two treatments were used, T1: PSS and T2: PSS supplemented with liquid diet molasses, cují leaves, urea phosphate, and water at the rate of 70, 15, 6, 9%, respectively. The variables studied were milk production (MP), weight gain (WG), dry matter (DM) offer of sorghum straw, and chemical composition. The initial dry matter was 3044 kg DM/ha and residual herbage was 1702 kg DM/ha, which represented 44% of efficiency of grazing of sorghum straw ( $P < 0.01$ ). MP was higher in T2 (6.4 vs. 5.7 L/animal/d) ( $P < 0.01$ ). WG was higher in T2 ( $P > 0.05$ ) with values of 991 g/animal/day. The content of crude protein, calcium, and phosphorus in supplement was 14, 0.78, and 1.18%, respectively ( $P < 0.01$ ). The income was higher in T2 with a difference near to US \$ 887. It is concluded that the supplementation with liquid diet molasses-cují-urea phosphate in dual purpose cows improved the bioproductive indicators.

*Keywords:* dual purpose cows, milk production, weight gain, dry matter, sorghum straw.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico, más que maximizar la producción potencial de leche por animal, se deben establecer estrategias destinadas a la obtención de vacas con niveles de producción que puedan sustentar los pastos. Además, de ser necesaria la suplementación, restringirla a aquellos nutrientes que se encuentren en deficiencia y a los niveles a los cuales la utilización del pasto no es restringida (Combellas, 1998).

Trabajos previos desarrollados en la región nororiental del estado Guárico, Venezuela, han determinado que el sistema de producción bovina dominante es el doble propósito (Mireles *et al.*, 1998, Hidalgo *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2005; Espinoza *et al.*, 2006), donde el tipo de utilización de la tierra es el uso del bosque secundario y nativo, pastos naturalizados e introducidos y en la cual el sorgo representa la alternativa complementaria como residuo de cosecha para la alimentación animal (Mireles *et al.*, 1998). En la altiplanicie de los llanos centrales se corroboró esta situación, requiriendo no sólo el uso de la soca de los cereales, sino la trashumancia para poder suministrar energía a los animales (Espinoza *et al.*, 2006). En las zonas de colina del estado Guárico, más del 80% de las fincas de ganadería doble propósito basa su alimentación durante el período seco en la utilización del rastrojo y el bosque; además, 39% de los productores usan suplementos de diversos tipos para esta época. Sin embargo, la carga animal fue 3 UA/ha (Sulbarán *et al.*, 2008). Estos mismos autores encontraron que 25% de los ingresos de los productores provinieron de la producción pecuaria, mientras que 75% fueron obtenidos por la producción de cereales.

La frecuente deforestación y quema de los bosques para el uso de la tierra con fines agrícolas ha impactado

estos ecosistemas, que al ser abandonados dan lugar al desarrollo de bosques secundarios de sucesión con predominio de las especies *Prosopis* spp. y *Acacia macracantha* (Casado, 2001; Baldizán, 2004). En consecuencia resulta prioritario en estas zonas evaluar el potencial productivo de estos ecosistemas con fines de alimentación animal como suplemento proteico (Baldizán, 2004). Algunas Mimosáceas del bosque seco tropical del país forman parte de la dieta de los rumiantes; sin embargo, en la mayoría de los casos son subutilizadas o marginadas, restándole importancia como recurso natural disponible y económico (Espinoza y Carrillo, 2005).

Por otra parte, resultados recientes sobre la producción de leche y carne en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico, han mostrado baja productividad, encontrándose valores entre 66 y 73 L leche/ha/año y de 23 kg carne/ha/año (Espinoza *et al.*, 2006) con cargas animales por debajo de las 0,36 UA/ha (Hidalgo *et al.*, 2005). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de una dieta líquida con melaza-cují-ureafosfato en vacas mestizas de doble propósito pastoreando soca de sorgo y su incidencia sobre la producción de leche y ganancia de peso durante el período seco, estableciéndose un análisis sencillo de ingresos vs costo del suplemento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en una finca comercial en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico, Venezuela, ubicado a 09°48'N y 65°50'O a una altura de 235 msnm. La finca se encuentra dentro de la zona de vida de bosque seco tropical con una precipitación promedio anual de 893 mm y temperatura promedio de 26,9 °C (Rengifo, 2007). Los suelos del área en estudio son de textura franco arcilloso, pH ácido (4,6)

y contenidos de fósforo, calcio y potasio de 4,4; 268 y 110 mg/kg de suelo, respectivamente. La duración del experimento fue de 75 días, incluyendo 15 días de adaptación durante el período seco del año 2006 (02/02 al 18/04).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado donde cada animal representó una réplica. Los datos fueron analizados mediante la prueba de t de student. Se establecieron dos tratamientos, T1: Pastoreo en soca de sorgo y T2: Pastoreo en soca de sorgo más un suplemento líquido compuesto por melaza, hojas de cují, ureafosfato (nitrógeno y fósforo) y agua a razón de 70, 15, 6 y 9 %, respectivamente.

Fueron escogidas 32 vacas multíparas mestizas *Bos taurus* x *Bos indicus* de predominancia Pardo Suizo x Brahman con un peso inicial promedio de  $422,5 \pm 30,4$  kg, las cuales pastorearon en forma conjunta en un potrero de 80 ha con soca de sorgo. Para efectos del manejo alimenticio las vacas fueron divididas en dos grupos con 16 animales cada uno. El grupo suplementado fue alimentado con la dieta líquida después del ordeño a razón de 1,5 kg/animal/d. El ordeño fue manual y se realizó una vez al día a las 6:00 AM. En ambos tratamientos se usó amamantamiento restringido. La edad promedio de las vacas fue de  $7 \pm 1$  año con  $3,4 \pm 1$  partos. Para el momento de iniciar el ensayo se encontraban al inicio del segundo tercio de la lactancia (3,1 a 3,5 meses). Los animales fueron pesados al inicio de la toma de datos y al final del experimento para estimar la ganancia de peso de los animales, mientras que la producción de leche fue medida diariamente por peso reloj.

La carga animal fue la utilizada por los productores de la zona (0,40 UA/ha) y al igual que el manejo de animales de los productores, no se usó la suplementación mineral. El potrero contaba con una laguna y en los alrededores de ésta se encontraban arbustos de las especies *Acacia macracantha*, *Mimosa tenuiflora* y *Prosopis juliflora*.

Se evaluó el rendimiento de la soca luego de 15 días de adaptación mediante cuatro transectas de 200 m de largo. En función de ello, se estimó la utilización de la soca de sorgo, por la diferencia entre lo ofertado y lo rechazado. En cada transecta se tomaron ocho muestras, las cuales fueron llevadas a estufa a 60°C hasta peso constante para la determinación de la materia seca. Posteriormente, las muestras fueron enviadas a laboratorio para la determinación de

la proteína cruda por combustión, utilizando un analizador LECO (CNS-200), extracto etéreo por el método de la AOAC (1980), fósforo mediante el método colorimétrico (Fiske y Subarrow, 1925) y los minerales por espectrofotometría de absorción atómica.

Para realizar el análisis económico sólo se consideró el ingreso de leche y carne durante la fase experimental y el egreso sólo basado en el suplemento y su suministro (incluido en el costo del suplemento), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ingreso (I)} = ((\text{producción de leche/día} \times 60 \text{ días}) \times \text{precio de la leche}) + ((\text{GDP} \times 60 \text{ días}) \times \text{precio de la carne en pie})$$

$$\text{Ganancia} = \text{I} - \text{costo del suplemento.}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Oferta y composición química de la materia seca

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre transectas y fecha de cosecha con una producción promedio de materia seca para la soca de sorgo de 3.044 y 1.702 kg MS/ha/corte para el inicio y final del experimento, respectivamente, lo cual se tradujo en una utilización del 44% para los 60 días de experimento. Dávila *et al.* (2004), evaluando dos presiones de pastoreo (800 y 1.600 kg MS residual/ha) en una pastura asociada de un bosque húmedo tropical, obtuvieron ofertas de 2.810 y 2.115 kg MS/ha, observándose que cuando la presión de pastoreo es baja, el residuo se acumula con el nuevo crecimiento, reflejándose en la oferta del período siguiente. Miliani *et al.* (2008), utilizando vaquillas doble propósito durante la época seca obtuvieron valores de utilización de gramíneas comprendidos entre 27 y 32% con una presión de pastoreo de 6 kg MS/100 kg PV.

Los resultados obtenidos en este experimento indican una elevada disponibilidad de materia seca durante la fase experimental, donde la intensidad de pastoreo osciló entre 11 y 22 kg MS/100 kg PV, infiriéndose que la carga animal utilizada fue un factor decisivo, tanto en el uso de la soca como en las respuestas productivas de los animales. Espinoza *et al.* (2005) encontraron ganancias de peso de 500 g/animal/d en vaquillas con una utilización de 41% y una intensidad de pastoreo de 7 kg MS/100 kg PV, con una carga animal de 1,25 UA/ha en pasturas sin fertilizar. Cuando se fertilizó la pastura sólo hubo

una utilización del 29%, traduciéndose así en pérdida de biomasa por subpastoreo. De esta manera, se demuestra que la carga animal normalmente utilizada por los productores de la zona con el uso de soca de sorgo es baja y debe ser ajustada, evitando así pérdidas por senescencia y caída de la soca de sorgo durante el pastoreo, la cual es desperdiciada por pisoteo.

El Cuadro 1 muestra el alto contenido de proteína cruda, macro y micronutrientes de la mezcla suministrada ( $P < 0,01$ ). Sin embargo, los contenidos de extracto etéreo ( $P < 0,01$ ) y manganeso ( $P < 0,02$ ) resultaron inferiores a la soca de sorgo. Los tenores de proteína encontrados fueron muy bajos para el caso de la soca, mientras que la mezcla del cují superó al requerimiento mínimo de los animales. Si se asume que los animales del grupo T2 consumieron diariamente 3% del peso vivo y considerando que el suplemento líquido contiene 85% de materia seca, se puede inferir que el requerimiento de consumo de proteína cruda (PC) diario presentó un déficit proteico cercano a los 400 g PC/d (NRC, 2001), lo cual implica que debe ser suministrado mediante otra vía o incrementando la cantidad del suplemento. Sin embargo, de acuerdo a los cálculos se observó que los animales del tratamiento testigo presentaron un déficit mayor a los 600 g PC/animal/d. No obstante, en el potrero se encontraron árboles de la Familia Leguminosae, principalmente cují (*Acacia macracantha*), dividive (*Caesalpinia coriaria*) y cují negro (*Mimosa tenuiflora*), entre otros, por lo que es probable que los animales hubiesen ramoneado algunas plantas disminuyendo así sus requerimientos.

En base a los valores encontrados de Ca y P se estimó un consumo de la mezcla de 38 y 24 g/

animal/d, respectivamente. Según la NRC (2001), los requerimientos de fósforo y calcio para vacas de 6 L de leche promedio son de 21 y 34 g/d, respectivamente. Para el caso del tratamiento testigo, se estimó un déficit en ambos minerales (9 y 28 g/d en fósforo y calcio, respectivamente). La deficiencia de ambos minerales en los animales puede causar debilidad ósea, reducción de crecimiento, baja productividad individual (peso y leche) y presencia de anestro, entre otros (McDowell y Arthington, 2005). El resto de los macro y micronutrientes cubren las necesidades básicas diarias de los animales, a excepción del Mn y Fe, los cuales deben ser suministrados mediante otras vías.

### Producción de leche y ganancia de peso

Se obtuvo diferencia altamente significativa ( $P < 0,01$ ) para la producción de leche a favor de los animales que fueron suplementados, superando en 0,7 L/animal/d al tratamiento testigo (Cuadro 2). A diferencia de la dieta líquida suministrada en este experimento, las respuestas en producción de leche cuando se usan bloques multinutricionales en vacas con más de 5 L/animal/d son bajas o nulas, entre otras razones, por el nivel productivo de los animales y por la capacidad de selección del rastrojo de mejor calidad forrajera (Combella, 1998).

McDowell y Arthington (2005) concluyen de trabajos realizados en Sudáfrica, Zimbabwe y Australia que la suplementación con fósforo es beneficiosa cuando se combina el uso de energía y proteína, incrementándose así el consumo de alimento y las ganancias de peso. En otro trabajo realizado en Venezuela, Gil *et al.* (2006) encontraron ganancias

Cuadro 1. Composición química de soca de sorgo y la dieta líquida melaza-cují-ureafosfato (MCU)

Variable	Soca de sorgo	MCU	Probabilidad
Proteína cruda, %	4,70	14,20	0,0001
Extracto etéreo, %	1,29	0,57	0,0090
Calcio, %	0,22	0,78	0,0002
Fósforo, %	0,07	1,18	0,0001
Magnesio, %	0,16	0,47	0,0923
Potasio, %	0,76	2,39	0,0434
Hierro, ppm	338	342	0,9757
Cobre, ppm	12	25	0,0424
Manganeso, ppm	174	49	0,0203

de peso superiores a los 930 g/animal/d, utilizando dietas líquidas con proteína y grasa sobrepasante. Al observar los resultados de la ganancia de peso de los animales en experimentación (Cuadro 2), aunado a la elevada oferta de materia seca (disponibilidad suficiente de energía) y el alto nivel de fósforo y proteína de la mezcla suministrada (Cuadro 1), la respuesta observada en una alta ganancia de peso en el tratamiento suplementado puede estar relacionada con la explicación anterior. Faría *et al.* (2007) utilizando diferentes niveles de alimento balanceado y pastoreo en bancos de *Leucaena leucocephala* en vacas mestizas de predominancia Holstein, durante la época seca, obtuvieron variaciones de peso entre 335 y 380 g/animal/d ( $P>0,05$ ) y niveles de producción láctea entre 9,9 y 10,72 kg/vaca/d con una disponibilidad de 25 kg MS/vaca/d y 4,8% de PC.

Finalmente, se obtuvo diferencia significativa ( $P<0,05$ ) para el ingreso, donde T2 obtuvo un ingreso bruto de US \$ 454,51 por animal en comparación a US \$ 376,76 que se obtuvo con el tratamiento testigo, encontrándose una diferencia a favor de T2 en, aproximadamente, US \$ 890 por el lote de animales bajo experimentación, considerando sólo los 60 días del ensayo (Cuadro 3).

## CONCLUSIONES

La suplementación con dieta líquida a base de *Acacia macracantha*, melaza y ureafosfato, permitió una mayor producción de leche (6,4 vs. 5,7 L/vaca/d) y ganancia de peso (0,99 vs. 0,66 kg/vaca/d).

Se obtuvo un ingreso superior al 20% por animal cuando se usó la suplementación, reflejándose en un mayor ingreso por el lote de animales superior a los US \$ 887.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al Sr. Manuel Argenis Silva, propietario de la finca, por permitir llevar a cabo el experimento.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13<sup>ra</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, EUA.
- Baldizán A. 2004. Uso del bosque seco tropical con fines de alimentación animal. Tesis Doctoral. Fac. Agronomía y Ciencias Veterinaria. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

Cuadro 2. Producción de leche y ganancia de peso en vacas mestizas de doble propósito suplementadas con melaza-cují ureafosfato pastoreando soca de sorgo.

	Pastoreo	Pastoreo + Suplemento	Probabilidad
Producción de leche, L/animal/d	5,7	6,4	0,001
Peso inicial, kg	424	426	0,882
Peso final, kg	466	482	0,451
Ganancia de peso, g/animal/d	659	991	0,140

Cuadro 3. Relación entre el ingreso obtenido y el costo del suplemento de los animales en experimentación, considerando los 60 días experimentales.

Variable†	Pastoreo	Pastoreo + Suplemento	Probabilidad
Ingreso, US \$/animal	376,76	454,51	0,046
Costo suplemento, US \$/animal	0	22,28	-
Ganancia, US \$/animal	376,76	432,23	-
Lote, US \$	6.028,16	6.915,68	-
Diferencia, US \$		887,52	-

†Precio de la leche: 1,85 Bs /L (0,86 US \$/L), Precio de la carne: 4,50 Bs/kg (2,09 US \$/kg), 1 US \$ = 2,15 Bs

- Casado C. 2001. Incorporación del bosque deciduo en la alimentación de bovinos en los llanos centrales de Venezuela. Tesis Pregrado, Fac. Agronomía. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Combellas J. 1998. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito y de sus Crías. Fundación INLACA, Maracay. Venezuela.
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida. *Zootecnia Trop.*, 22(3): 157-166.
- Díaz Y., V. Hidalgo, F. Espinoza, C. Carrillo y M. Mireles. 2005. Evolución cronológica de tres unidades de producción bovina doble propósito en San José de Guaribe, estado Guárico, Venezuela. *Jornadas Técnicas Falcón 2005*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CD ROM. Coro, Venezuela.
- Espinoza F. y C. Carrillo. 2005. *Mimosa tenuiflora*: Recurso natural de nuestros bosques para la alimentación de rumiantes. *Carabobo Pecuario*, 163: 40-42.
- Espinoza F., Y. Díaz, J.L. Gil, C. Araque, A. Torres y J. Palma. 2005. Efecto de la fertilización sobre la oferta de forraje, utilización y ganancia de peso en sabanas. *Biotam Nueva Serie (Edición Especial)*: 457-459
- Espinoza F., N. Plaza, Y. Díaz, J. Palma, L. Alderovich, W. Aragort, M. Bracamonte, N. Candelo, C. Carrillo, A. Guillén, V. Hidalgo, E. León, M. Mireles, M. Molina, G. Morales, C. Obando, N. Pérez, L. Pino y N. Roa. 2006. Situación de la ganadería doble propósito en la altiplanicie de los llanos centrales. *III Jornadas Nacionales de Actualización en Producción de Leche*. Univ. Centroocc. Lisandro Alvarado, CD ROM. Barquisimeto, Venezuela.
- Faría J., Z. Chirinos y D. Morillo. 2007. Efecto de la sustitución parcial del alimento concentrado por pastoreo con *Leucaena leucocephala* sobre la producción y características de la leche y variación de peso de vacas mestizas. *Zootecnia Trop.*, 25(4): 245-252.
- Fiske C. e I. Subarrow. 1925. Colorimetric determination of phosphorous. *J. Biol.*, 66: 375-378.
- Gil L., E. Chacón y S. Armas. 2006. Uso de las dietas líquidas en ganadería de carne en un hato llanero del estado Cojedes. I. Ceba. *Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal*. San Juan de los Morros, Venezuela.
- Hidalgo V., M. Mireles, Y. Díaz, C. Carrillo, F. Espinoza y C. Domínguez. 2005. Caracterización productiva de la ganadería bovina doble propósito en San José de Guaribe. *Jornadas Técnicas Falcón 2005*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CD ROM. Coro, Venezuela.
- McDowell L. y J. Arthington. 2005. *Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales*. University of Florida. Gainesville, EUA.
- Miliani T., F. Espinoza, J.L. Gil, A. Baldizán e Y. Díaz. 2008. Utilización de un bosque deciduo por bovinos a pastoreo. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 301-303.
- Mireles M., J. Comerma y F. Quintero. 1998. Tipos de uso de la tierra en el nororiente de Guárico. *Serie C, N° 11*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
- NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academic Press. Washington, EUA.
- Rengifo Z. 2007. Propuesta de un programa forrajeo en dos fincas de doble propósito en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico. Tesis Pregrado, Fac. Agronomía, Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Sulbarán L., K. Drescher, N. Martínez, O. Colmenares y R. Ricca. 2008. Diagnóstico técnico del sistema de producción con vacunos de doble propósito en la zona de colinas del estado Guárico, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 26(2): 79-85.

## Eficiencia de cuatro especies de *Centrosema* para utilizar fósforo de la roca fosfórica Riecito en suelos con diferentes capacidades de retención de fósforo

María J. Pérez<sup>1\*</sup>, Maryelin Morillo<sup>2</sup> y Lesly Malpica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Ceniap. Apartado Postal 4653. Maracay 2105, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: mjperez@inia.gob.ve

<sup>2</sup>Estudiante de Postgrado Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Aragua. Venezuela.

---

### RESUMEN

La capacidad de las plantas para absorber fósforo (P) del suelo es variable entre especies de plantas. Por otra parte, la capacidad de retención de P del suelo (CRP) limita la disponibilidad de este elemento para las plantas y puede influir sobre la capacidad de éstas para disolver y utilizar P de rocas fosfóricas (RF). Los objetivos de este trabajo fueron comparar la capacidad de cuatro especies de *Centrosema* para disolver y utilizar P de la roca fosfórica Riecito y estudiar la influencia de la CRP del suelo sobre la disolución de la roca fosfórica Riecito y utilización del P por *Centrosema*. Se utilizaron tres suelos ácidos con características diferentes, identificados como Espino, Iguana y Pao. La CRP de los suelos se determinó utilizando el modelo de isotermas de adsorción de P de Langmuir. En ensayo de invernadero, se comparó la eficiencia de cuatro especies de *Centrosema* (*Centrosema brasilianum*, *Centrosema molle*, *Centrosema macrocarpum* y *Centrosema rotundifolium*) para utilizar P en un suelo de baja CRP, con cinco dosis de P (0, 15, 30, 45 y 60 mg/kg) proveniente de la RF Riecito. Luego, de seleccionar la especie de *Centrosema* más eficiente, ésta se evaluó en tres suelos con diferente CRP y tres tratamientos de P (0, 50 y 75 mg/kg) proveniente de la RF Riecito. *Centrosema brasilianum* presentó la mayor eficiencia para utilizar P de la RF Riecito en el suelo con baja CRP. A medida que aumentó la capacidad de retención de P del suelo, aumentó la disolución de la roca fosfórica, pero no favoreció el crecimiento de la biomasa aérea y absorción de P por el cultivo.

*Palabras clave:* *Centrosema*, isotermas de adsorción de P, roca fosfórica, capacidad de retención de P, P disponible en suelo.

---

### Efficiency of four *Centrosema* species to use phosphorus from Riecito phosphate rock in soils with different phosphorus sorption capacity

#### ABSTRACT

The ability of plants to absorb P is variable among plant species. The soil P sorption capacity (PSC) may affect the ability of plants to dissolve and use P from phosphate rocks (PR). The objectives of this study were to compare the ability of four *Centrosema* species to dissolve and use P from Riecito phosphate rock (RPR), and to study the influence of soil P sorption capacity on *Centrosema* efficiency to dissolve and use P from RPR. Three acid P deficient soils were used, identified as Espino, Iguana, and Pao. The soil P sorption capacity was determined using the Langmuir isotherms model. The efficiency of *Centrosema brasilianum*, *Centrosema molle*, *Centrosema macrocarpum*, and *Centrosema rotundifolium* to dissolve and use P from RPR were compared in a greenhouse experiment, using a soil low in P sorption capacity. The P treatments were 0, 15, 30, 45, and 60 mg/kg of P from RPR. After choosing the most efficient *Centrosema* species, it was evaluated in three soils with different P sorption capacity and three P treatments (0, 50, and 75 mg/kg) from RFR. *Centrosema brasilianum* showed

higher efficiency to use P from RPR in the soil with low P sorption capacity. As soil P sorption capacity increased, the dissolution of RPR also increased. However, plant growth and P absorption were not enhanced.

*Keywords:* *Centrosema*, P adsorption isotherms, phosphate rock, soil P sorption capacity, soil available P.

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de fósforo (P) es considerada una de las mayores limitantes en el crecimiento de las pasturas en suelos del trópico (Rao *et al.*, 1996). Por otra parte, la fertilización con P en estos suelos es poco rentable, debido a la alta capacidad de estos suelos para fijar o retener este elemento, a la escasez de capital y a los altos costos de los fertilizantes (Lynch *et al.*, 1991). Sánchez y Uehara (1980) han propuesto dos estrategias de manejo para mitigar el problema de alta retención de P en estos suelos y aportar los requerimientos de P para los cultivos; la primera, considerada una opción de altos insumos, consiste en aplicar inicialmente alta dosis de P, lo cual tendría un efecto residual por varios años, además de mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos muy meteorizados. La segunda opción de bajos insumos, considera la aplicación del fertilizante en bandas (para satisfacer la capacidad de retención del P en un pequeño volumen de suelo), el empleo de especies o cultivares tolerantes a condiciones de suelos ácidos-deficientes en P y el uso de fuentes de P más baratas, tales como las rocas fosfóricas, cuya solubilización se incrementa con la acidez y deficiencias de P y Ca en la solución del suelo, condiciones generalmente comunes en suelos tropicales.

Ohwaki (1998) propone la utilización de especies o cultivares que se adapten a condiciones de suelos ácidos deficientes en P. En este sentido, Pérez y Smyth (2005) han reportado que las leguminosas forrajeras presentan mayor capacidad para solubilizar y utilizar P de las rocas fosfóricas (RF) que las gramíneas, debido a que las leguminosas por su capacidad para fijar biológicamente  $N_2$  atmosférico, acumulan el N en formas reducidas, por lo cual presentan un exceso de cationes, lo que induce a la planta a liberar  $H^+$  a través de las raíces (para mantener el balance interno de cargas a nivel celular) y consecuentemente acidifican la rizosfera, promueven la solubilización de la RF y la disponibilidad del P en el suelo.

Por otra parte, en los proyectos de desarrollo en Venezuela (Proyectos PDVSA-Agrícola), se ha planteado la reactivación de las minas de

rocas fosfóricas ubicadas en el occidente del país, con el propósito de utilizarlas en la agricultura, principalmente en suelos ácidos y baja fertilidad, en la faja del Orinoco. Independientemente de estos proyectos nacionales, a nivel mundial se ha reactivado el uso de rocas fosfóricas, ya que como materiales naturales, son las únicas fuentes ricas en P, permitidas en la agricultura orgánica, lo cual pudiera abrir futuros mercados de exportación, en países con estos recursos naturales.

Es bien conocido que la disolución de las rocas fosfóricas en suelo se favorece con la acidez y bajas concentraciones de P y Ca en solución del suelo (Hammond *et al.*, 1986; Pérez y Smyth, 2005), sin embargo, poco se conoce sobre la influencia que tiene la capacidad de retención de P del suelo sobre la disolución de las rocas fosfóricas y su utilización por los cultivos. Este trabajo tuvo como objetivos: a) comparar la capacidad de cuatro especies de *Centrosema* (*Centrosema brasilianum*, *C. molle*, *C. macrocarpum* y *C. rotundifolium*) para disolver y utilizar P de la roca fosfórica Riecito (RFR) y (b) estudiar la influencia de la capacidad de retención de P del suelo sobre la disolución de la RFR y utilización del P por *Centrosema*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tres suelos ácidos, deficientes en P (0-20 cm profundidad), identificados como el suelo Iguana, un Vertisol proveniente de la Estación Experimental La Iguana, estado Guárico; el suelo Espino, un Ultisol proveniente de la Finca El Silbón, Municipio Espino, estado Guarico y el suelo Pao, un Ultisol proveniente del Municipio Pao de San Juan Bautista, estado Cojedes. Las principales características químicas, contenido de arcilla y clase textural de estos suelos se presentan en el Cuadro 1.

### Capacidad de retención de fósforo de los suelos

La capacidad de retención de P de estos suelos se determinó usando el modelo de isoterma de Langmuir, para lo cual se incubaron por 15 días, una serie de muestras de 5 g de suelo con 50 mL de

solución de  $\text{CaCl}_2$  0,01M, conteniendo cantidades crecientes de P en forma de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  y equivalentes a 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 y 200 mg de P/L de solución. El pH de la suspensión fue ajustado a 6,0 con NaOH ó HCl 0,1M y a cada muestra se le aplicó dos gotas de cloroformo, para evitar el crecimiento microbiano en la suspensión durante el tiempo de incubación. Las muestras fueron mantenidas en un agitador reciproco con baño de maría ajustado a 25°C y diariamente se agitaron por 30 minutos. A los 15 días de establecida la incubación se determinó la concentración de P en la solución sobrenadante (Ci), por espectrofotocolorimetría (Murphy y Raley, 1962). Se consideró P adsorbido o retenido por el suelo al P que desapareció de la solución.

### Tratamientos y diseño del experimento 1

Se evaluó la capacidad de cuatro especies de *Centrosema*: *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, *C. molle* y *C. rotundifolium*, para solubilizar y utilizar P de la RFR en un suelo de baja capacidad de retención de P (suelo Espino). Los tratamientos de P consistieron en aplicar 0, 15, 30, 45 y 60 mg/kg de P soluble en citrato de amonio neutro (CAN) contenido en la RFR (la RFR contiene 29,0% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total y 8,5% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble en CAN). Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, donde las parcelas principales fueron ocupadas por las especies de *Centrosema* y las subparcelas por los tratamientos de P. Se utilizó un invernadero provisto de un sistema de enfriamiento automático, constituido por cinco extractores de aire y cortina de agua lateral, que permitieron mantener temperaturas ambientales entre 28 y 38°C. Se utilizaron potes plásticos con capacidad de 4 kg de suelo y se aplicó fertilización básica, a través de soluciones nutritivas tres veces a la semana. No se aplicó N y la cantidad total de macronutrientes aplicados, expresados en mg/kg de suelo, fueron las siguientes: 250 de K, 52 de Mg y 170 de S como  $\text{MgSO}_4$  y  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . La cantidad total de micronutrientes aplicados, expresados como  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de suelo, fueron los siguientes: 55,6 de Mn como  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 3,8 de Cu como  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 6,9 de B como  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 2,2 de Mo como  $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 0,37 de Co como  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 374,8 de Fe como  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y 216 de Na como  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$  y NaCl. Las semillas fueron inoculadas en el momento de la siembra, usando 4 mL/pote de una suspensión de inoculo específico para *Centrosema*. Se sembraron

8 semillas/pote y una vez establecidas se dejaron 5 plantas/pote. La cosecha se realizó a los 56 días de establecido el ensayo y se determinó materia seca aérea y la cantidad de P y Ca acumulado en la planta. En el suelo se determinó P disponible y Ca intercambiable. Los contenidos de Ca y P en planta fueron extraídos por digestión húmeda con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{H}_2\text{O}_2$  y en el extracto se determinó Ca por absorción atómica y P por espectrofotocolorimetría. En suelo se determinó P disponible, extraído con  $\text{NaHCO}_3$  0,5M y determinado por espectrofotocolorimetría (Murphy y Raley, 1962), pH relación 1:2,5 suelo: agua y Ca intercambiable extraído con KCl 1N y determinado por absorción atómica. La eficiencia de utilización de P por la planta se estimó como la producción de materia seca aérea por unidad de P aplicado.

### Tratamientos y diseño del experimento 2

Luego de seleccionar la especie de *Centrosema* más eficiente para utilizar P de la RFR, se realizó un segundo ensayo de invernadero con suelos de diferente capacidad de retención de P (suelos Espino, Iguana y Pao) para determinar la influencia de la capacidad de retención de P del suelo sobre la capacidad de la especie para producir biomasa y utilizar P de la RFR. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, donde las parcelas principales fueron ocupadas por el tipo de suelo y las subparcelas por los tratamientos de P. Los tratamientos de P consistieron en aplicar 0, 50 y 75 mg/kg de P soluble en CAN de la roca fosfórica Riecito, excepto en el suelo Espino, donde no se aplicó la dosis de 75 mg/kg de P, debido a la baja capacidad de retención de P de este suelo. Se aplicó inoculante, fertilización básica y el mismo manejo que en el Experimento 1. En la planta se determinó materia seca aérea, Ca y P acumulado en planta y en suelo se determinó P disponible y Ca intercambiable por los métodos ya señalados. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de medias (mínima diferencia significativa) utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Isotermas absorción de P

Los términos capacidad de fijación, adsorción ó retención de P en el suelo son análogos y generalmente, se refieren a la transformación de formas solubles de P a formas menos solubles, luego

de los procesos de reacción con el suelo. A medida que aumenta la capacidad de retención de P del suelo, disminuye la concentración de P en solución del suelo, lo cual afecta la suplencia de este elemento a los cultivos. Este proceso puede simularse mediante la construcción de isotermas de adsorción, entre las cuales destaca la isoterma de adsorción de Langmuir, la cual se caracteriza por disminuir la pendiente de la curva, a medida que aumenta la concentración de P en solución, es decir, cuando los sitios de adsorción de P en la fase sólida del suelo van siendo saturados.

Las isotermas de adsorción de P para los tres suelos estudiados se presentan en la Figura 1. De acuerdo a la ecuación de Langmuir, el suelo Iguana presentó mayor coeficiente de afinidad por el P (0,11) que los suelos Pao (0,05) y Espino (0,04) y su capacidad de retención de P fue 1,6 y 10,4 veces mayor que en los suelos Pao y Espino, respectivamente. La mayor capacidad del suelo Iguana para retener P correspondió con el mayor grado de acidez, contenidos de arcilla y Al intercambiable en este suelo, en comparación con los suelos Pao y Espino, respectivamente (Cuadro 1).

En el suelo Espino, el P en solución alcanzó equilibrio con las primeras dosis de P aplicado y mantuvo alta concentración en solución, durante el tiempo de incubación, lo cual correspondió con sus bajos contenidos de arcilla (6%) y aluminio intercambiable (0,5 cmol/kg). A pesar que en el suelo Pao la adsorción de P fue alta al inicio, luego la concentración de P se mantuvo relativamente alta durante el tiempo de incubación, lo que sugiere que los procesos de adsorción-desorción de P ocurrieron casi simultáneamente.

### Disolución de la roca fosfórica

En la disolución de la roca fosfórica se liberan cantidades de Ca y P proporcionales a la tasa de disolución del apatito de este sustrato; sin embargo, en el suelo gran parte del P liberado puede ser adsorbido o retenido, subestimando así la tasa de disolución de la RF. En este sentido, Smyth y Sánchez (1982) encontraron que en suelos tropicales tratados con rocas fosfóricas de diferente reactividad, la disponibilidad de P disminuyó, mientras que los valores de Ca intercambiable aumentaron a medida que aumentó la capacidad de retención de P del suelo, lo que indica que parte del P liberado por disolución de las RF fue nuevamente adsorbido, por lo que sugieren utilizar

las diferencias en Ca intercambiable (DCa) entre el tratamiento control sin RF y los tratamientos con RF, para estimar la disolución de las rocas fosfóricas, en lugar del P liberado de la roca fosfórica (DP).

En el Cuadro 2 se presentan los valores de DCa en función del tipo de suelo y tratamiento con RFR. Se puede observar que los valores de DCa se incrementaron a medida que aumentaron las dosis de RFR y la capacidad de retención de P de los suelos. De acuerdo a los valores de DCa, la mayor disolución de la RFR ocurrió en el suelo Iguana, el cual presentó la mayor capacidad de retención de P (Figura 1). Esto se corresponde con lo reportado por Smyth y Sánchez (1982), quienes señalan que la mayor disolución de las rocas fosfóricas ocurrió en aquellos suelos con los menores valores de P disponible y mayores contenidos de arcilla y óxidos de hierro libres ( $Fe_2O_3$ ) y mayor capacidad de retención de P. Hammond *et al.* (1986) también señalan que a medida que aumenta la capacidad de retención de P del suelo, la disponibilidad de P en el suelo, producto de la disolución de las rocas fosfóricas puede disminuir, a pesar que la disolución de la roca fosfórica se incrementa con la capacidad de retención de P del suelo.

### Comparación de especies de *Centrosema* en la producción de materia seca aérea

Hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la producción de materia seca aérea entre las especies de *Centrosema* evaluadas en el suelo Espino (Figura 2). *Centrosema brasilianum* presentó la mayor producción de materia seca aérea con cualquiera de las dosis de P aplicada (4,0 g/planta promedio de tratamientos), seguida en forma decreciente por *Centrosema rotundifolium* (3,3 g/planta), *Centrosema molle* (2,6 g/planta) y *Centrosema macrocarpum* (1,6 g/planta). Se puede observar que con la dosis de 15 mg/kg de P de la RFR, *Centrosema brasilianum* produjo 85% de su máxima producción de materia seca, mientras que con la misma dosis de P, las especies *Centrosema rotundifolium*, *Centrosema molle* y *Centrosema macrocarpum* produjeron 73, 63 y 59%, respectivamente, de su máxima producción de materia seca (Figura 2).

### Eficiencia de las especies de *Centrosema* para utilizar P

Las maneras de definir eficiencia de utilización de un nutriente por la planta pueden dividirse en

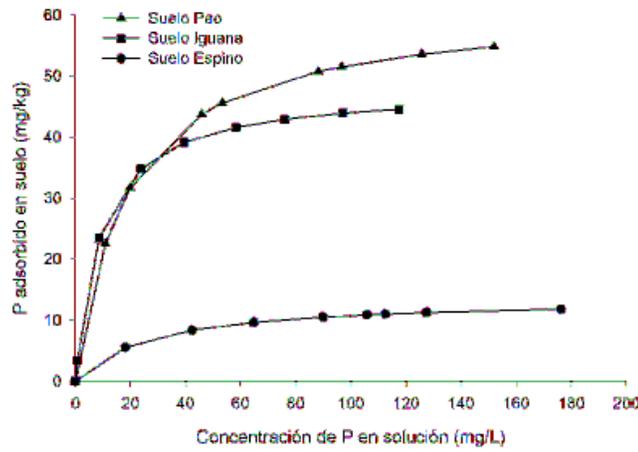


Figura 1. Isotermas de adsorción de P (modelo de Langmuir) de los suelos Pao, Iguana y Espino.

Cuadro 1. Características de los suelos utilizados en el estudio.

Características	Espino	Pao	Iguana
pH 1:2,5 agua	5,1	5,6	4,9
P-Olsen, mg/kg	6,0	7,0	2,0
Ca interc., mg/kg	94	470	236
Al interc., cmol/kg	0,5	0,0	1,8
Arcilla, %	6,0	18,0	52,0
Mat. Orgánica, %	0,83	2,38	2,10
CIC, cmol/kg	2,8	9,4	16,7
Textura	Areno francosa	Franca	Arcillosa

Cuadro 2. Estimado de la disolución de la roca fosfórica Riecito (RFR) con base a las diferencias de Ca intercambiable (DCa).

Suelo	Tratamiento con RFR, mg/kg	
	50	75
	----- DCa, mg/kg -----	
Espino	74,8	-
Pao	141,0	170,0
Iguana	253,7	317,3

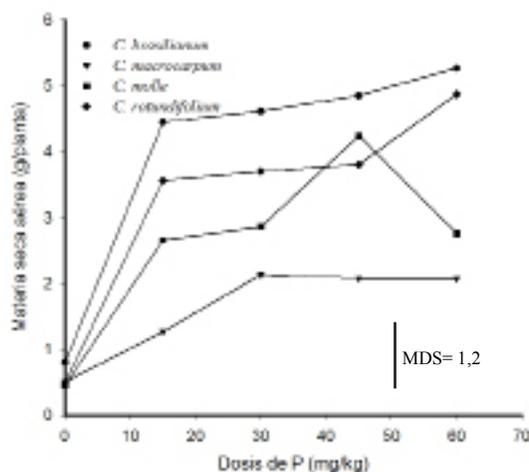


Figura 2. Respuesta a la aplicación de P en varias especies de *Centrosema* en u suelo de baja capacidad de retención de P.

aquellas que hacen énfasis en la productividad o parámetros de rendimiento, conocida como eficiencia agronómica (rendimiento en materia seca o fruto cosechado por unidad de nutriente aplicado) y en aquellas que enfatizan en los requerimientos internos de la planta (biomasa total producida por unidad de nutriente absorbido) (Gourley *et al.* 1994). En este trabajo, la eficiencia de utilización de P por el cultivo se refiere al peso seco aéreo producido por unidad de P aplicado.

La eficiencia de las especies de *Centrosema* para utilizar P de la RFR presentó el siguiente orden decreciente: *C. brasilianum* > *C. rotundifolium* > *C. molle* > *C. macrocarpum* (Figura 3). En general, la relación producción de biomasa aérea/unidad de P suministrado disminuyó drásticamente a medida que aumentó el suministro de P (P externo). Las diferencias en eficiencia de utilización de P entre especies fueron muy marcadas a bajos niveles de P y se atenuaron a medida que aumentó el suministro de P, donde *C. brasilianum* y *C. rotundifolium* presentaron similar eficiencia para utilizar P. Esto confirma las conclusiones de Blair y Wilson (1990) quienes señalan que solo en condiciones de baja suplencia de P se manifiestan las interacciones entre factores inherentes a la tasa de crecimiento y la habilidad de las especies para sobrevivir en condiciones limitantes de P. En este sentido, Gourley *et al.* (1994) consideran que la mejor manera de estimar la productividad de un cultivo en suelos deficientes en P es seleccionando

germoplasmas por la producción de peso seco aéreo o fruto cosechado bajo condiciones bajas de P.

#### **Influencia de la capacidad de retención de P del suelo sobre el comportamiento de *Centrosema brasilianum***

Con base a los resultados de la evaluación de especies de *Centrosema* en un suelo de baja capacidad de retención de P, se seleccionó *Centrosema brasilianum* para evaluar el efecto de la capacidad de retención del suelo sobre el crecimiento y acumulación de P en la planta. Debido a la baja capacidad de retención de P del suelo Espino, en éste no se aplicó el tratamiento de 75 mg/kg de P. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la producción de materia seca (Figura 4) y P acumulado en el cultivo (Figura 5) por efecto de la interacción del tratamiento de P y la capacidad de retención de P de los suelos utilizados. Con la dosis de 50 mg/kg de P de la RFR en el suelo Espino (suelo de baja capacidad de retención de P), *Centrosema brasilianum* produjo 19 y 73% más materia seca que en los suelos Pao e Iguana, respectivamente. Estas diferencias en producción de materia seca se corresponden con las diferencias relativas en capacidad de retención de P de los tres suelos (Figura 1), es decir, en suelos con baja capacidad de retención de P, mayor disponibilidad de P para el cultivo. Con la dosis de 75 mg/kg de P de la RFR, en el suelo Pao se produjo 67% mayor cantidad de materia seca que en el suelo Iguana, lo cual indica

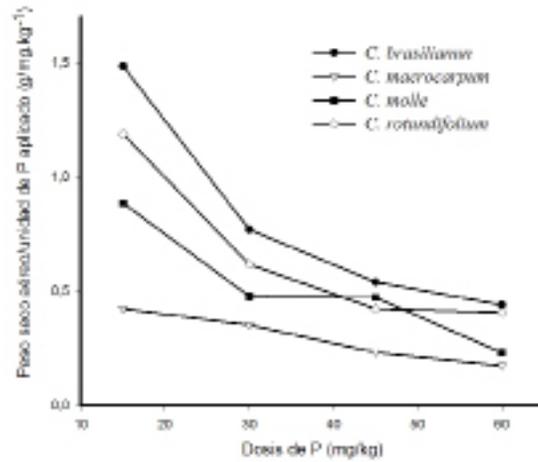


Figura 3. Eficiencia de varias especies de *Centrosema* para utilizar P de la roca fosfórica Riecito en suelos de baja capacidad para retener P.

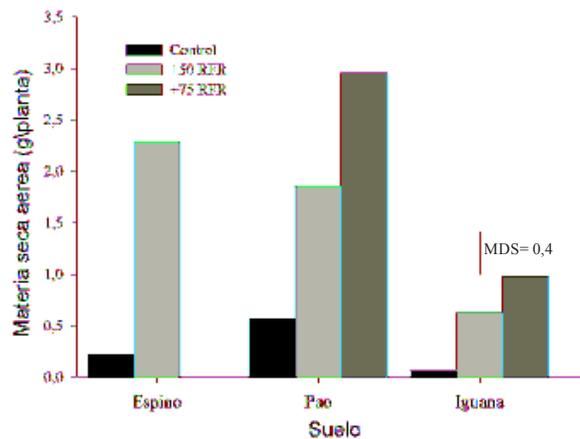


Figura 4. Efecto de la aplicación de P como roca fosfórica Riecito en la producción de materia seca aérea de *Centrosema brasilianum* en suelos con diferentes capacidades de retención de P.

que aunque el suelo Pao presentó alta retención de P con la aplicación de las primeras dosis de P (Figura 1), éste mantuvo relativamente alta concentración de P en solución, probablemente debido a que los procesos de adsorción y desorción de P se mantuvieron simultáneos, por lo que pudo mantener suficiente P disponible a medida que el cultivo lo requirió. Con el tratamiento control sin P, la producción de materia seca (Figura 4) y acumulación de P en planta (Figura 5) fueron mayores en el suelo Pao que en los otros suelos, lo cual se corresponde con el relativamente mayor nivel de fertilidad de este suelo (Cuadro 1)

y la probable capacidad de adsorber y desorber P simultáneamente.

Considerando la mayor eficiencia de *Centrosema brasilianum* para utilizar P de la RFR (Figuras 2 y 3) y la alta disponibilidad de P en el suelo Espino (Figura 6), para efectos de recomendación a nivel de campo, en suelos ácidos, arenosos y de baja capacidad de retención de P, tal como el suelo Espino, se podría aplicar entre 800 y 1.300 kg de la RFR/ha. Mientras que en suelos con características similares al suelo Pao (alta capacidad de retención de P, texturas francas y mediano-alto nivel de fertilidad) se estiman

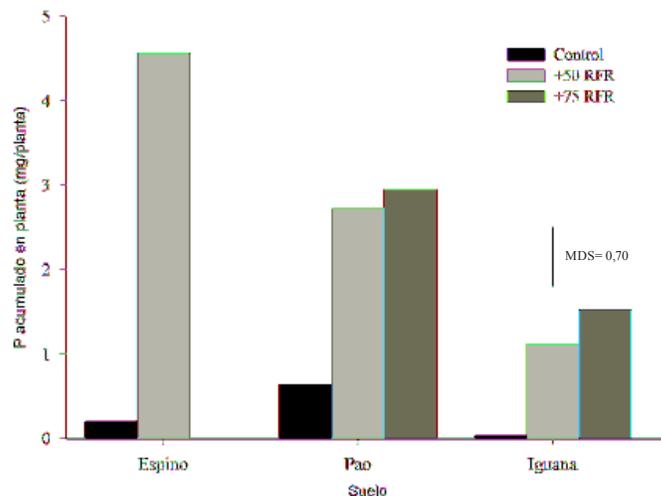


Figura 5. Efecto de la aplicación de P de la roca fosfórica Riecito sobre la acumulación de P en *Centrosema brasilianum* en suelos con diferente capacidad de retención de P.

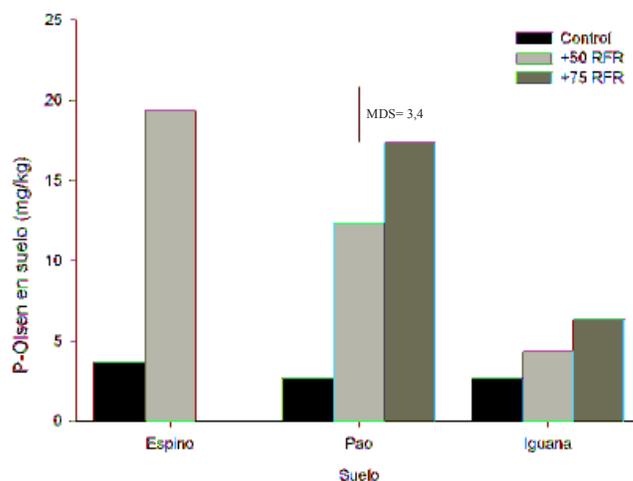


Figura 6. Disponibilidad de P en suelo en suelos con diferente capacidad de retención de P después de la cosecha del *Centrosema brasilianum* bajo tratamientos con la roca fosfórica Riecito.

aplicaciones entre 1.300 y 2.000 kg de RFR/ha. En el caso de suelos ácidos, muy arcillosos y alta capacidad de retención de P, tales como el suelo Iguana, se requerirían extremadamente altas cantidades de RFR (entre 8.000 y 13.000 kg de RFR/ha) para poder saturar los sitios de adsorción de P en el suelo y dejar disponibilidad de P para los cultivos.

El suelo Iguana utilizado en este estudio es un suelo de muy baja fertilidad con limitaciones físicas y químicas para la producción agrícola. En caso de querer mejorarlo para la producción de pasturas tolerantes a condiciones de acidez, se recomienda el

uso de rocas fosfóricas (de mediana-alta solubilidad) fraccionando la dosis antes estimada en aplicaciones anuales por varios años.

## CONCLUSIONES

Entre las especies de *Centrosema* evaluadas, *Centrosema brasilianum* presentó la mayor eficiencia para utilizar P de la roca fosfórica Riecito

La capacidad de retención de P de los suelos presentó el siguiente orden: Iguana  $\geq$  Pao > Espino y estuvo relacionada principalmente con el contenido

de arcilla y Al intercambiable, pH y nivel de fertilidad general de los suelos.

A medida que aumentó la capacidad de retención de P del suelo, aumentó la disolución de la roca fosfórica, mas no favoreció el crecimiento de biomasa aérea y absorción de P por el cultivo.

### RECOMENDACIONES

1. Para mantener niveles de P disponibles, adecuados para el desarrollo óptimo del *Centrosema brasilianum* en suelos ácidos, arenosos y de baja capacidad de retención de P, se recomiendan aplicaciones bi o trianuales entre 800 y 1.300 kg/ha de rocas fosfóricas de mediana-alta solubilidad, tal como la roca fosfórica Riecito.
2. En suelos ácidos, de texturas medias y mayor nivel de fertilidad, se ha estimado y recomienda aplicaciones bi o trianuales entre 1.300 y 2.000 kg/ha de rocas fosfóricas de mediana-alta solubilidad.
3. En suelos ácidos, arcillosos, de muy bajo nivel de fertilidad y alta capacidad de retención de P, se recomienda aplicaciones entre 8.000 y 13.000 kg/ha de rocas fosfóricas de mediana-alta solubilidad, fraccionando la dosis en aplicaciones anuales por varios años.

### AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue financiada parcialmente por FONACIT, Proyecto S1-2001000984, Venezuela.

### LITERATURA CITADA

Blair G.J. y E.J. Wilson. 1990. Phosphorus efficiency in pastures species. IV. Yield, efficiency parameters and partitioning of P in two white clovers accessions under varying levels of P supply in solution culture. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 1071-82.

Gourley C.J.P., D.L. Allan y M.P. Russelle. 1994. Plant nutrient efficiency: A comparison of definitions and suggested improvement. *Pant & Soil*, 158: 29-37.

Hammond L.L., S.H. Chien y A.U. Mokwunye. 1986. Agronomic value of unacidulated and partially

acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics. *Adv. Agron.*, 40: 89-140.

Hammond L.L., S.H. Chien y G.W. Easterwood. 1986. Agronomic effectiveness of Bayovar phosphate rock in soil with induced phosphorus retention. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 1601-1606.

Lynch J., A. Läuchli y E. Epstein. 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Sci.*, 32: 380-387.

Ohwaki Y. 1998. Comparative studies on phosphorus and iron nutrition of tropical legumes. *Japan Int. Res. Centre Agric. Sci., Working Report*, N° 11. Tsukuba, Japón.

Pérez M.J. y T.J. Smyth. 2005. Comparación del efecto de dos especies forrajeras sobre el pH de la rizosfera y la disolución de rocas fosfóricas de diferente reactividad. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 22: 143-156.

Rao I., V. Borrero, J. Ricaurte, R. García y M. Ayarza. 1996. Adaptative attributes of tropical forage species to acid soils. II. Differences in shoot and root growth responses varying phosphorus supply and soil type. *J. Plant Nutr.*, 19: 323-352.

Murphy J. y J.P. Riley. 1962. A modified single extraction solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Act.*, 27: 31-36.

Sánchez P.A. y G. Uehara. 1980. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. *En Khasawneh F.E., E.C. Sample y E.J. Kamprath (Eds.) The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA, Madison, EUA.* pp. 471-509.

Smyth T.J. y P.A. Sánchez. 1982. Phosphate rock dissolution and availability in Cerrado soils as affected by phosphorus sorption capacity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 339-345.

SAS. 2000. SAS User's Guide. Release 8.02 SAS Institute, Cary, EUA.



## Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela

Luis Depablos<sup>1\*</sup>, Jorge Ordóñez<sup>2</sup>, Susmira Godoy<sup>3</sup> y Claudio F. Chicco<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: luisdepablos2@yahoo.com.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Dep. Economía Agrícola. Barinas, Barinas. Venezuela.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

<sup>4</sup>Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

---

### RESUMEN

Durante la transición lluvia-sequía y sequía en un bosque seco tropical, 166 novillas de  $636 \pm 2,5$  días de edad inicial y  $219,6 \pm 1,2$  kg de peso vivo (PV) promedio fueron asignadas por PV, estado uterino, estructuras ováricas y predominio racial a tres grupos experimentales (S = sal común, SM = suplemento mineral completo con 13,6% de P y 24% Ca y SMP = suplemento proteico-mineral con 42,5% PC y 0,58% P) 139 días previo a la temporada de servicio y 103 días de servicio. Tanto S y SM se suministraron *ad libitum* y SMP a razón de 700 g/animal/día. Se evaluó cambio de PV, condición corporal (CC), evolución de tracto reproductivo y tasa de preñez. Además, fueron medidos en suero sanguíneo la concentración de minerales, urea y ácidos grasos no esterificados. Los animales fueron rotados en 122 ha, divididas en seis potreros de *Cynodon sp.* y *Brachiaria sp.* fertilizados previamente con urea (50 kg/ha). La evaluación de la oferta forrajera mostró concentraciones de nutrientes y materia seca ( $> 34$  kg MS/UA/d) adecuadas para la producción con vacunos de carne. SM y SMP no afectaron de manera significativa el PV o CC de los animales. Sin embargo, considerando la época del año en que se realizó la experiencia, la tasa promedio de crecimiento (0,483 kg/animal/d) fue satisfactoria debido al manejo general del rebaño, principalmente de la pastura. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos sobre indicadores de química sanguínea, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de las novillas (84; 84,1 y 92% de preñez para S, SM y SMP, respectivamente). Bajo las condiciones experimentales, la suplementación mineral o proteico mineral no mejoró la respuesta biológica de los animales. Sólo un manejo racional de la pastura proporciona una adecuada oferta de material vegetal en calidad y cantidad, y consecuente nutrición satisfactoria.

*Palabras clave:* Suplementación, novillas, proteína, minerales, reproducción

---

### Mineral proteic supplementation of grazing beef heifers in the central plains of Venezuela

### ABSTRACT

During the transition rainy-dry and dry season in a dry tropical forest, 166 beef heifers with  $636 \pm 2.46$  days old and  $219.62 \pm 15.68$  kg average body weight (BW) were assigned by BW, uterine conditions, ovarian structure, and racial predominance to three experimental treatments (S = common salt, SM = complete mineral supplement with 13.6% of P and 24% Ca, and SMP = protein plus mineral supplement with 42.5% PC and 0.58% P) 139 days before matting and 103 in matting. S and SM were given *ad libitum* and SMP about 700 g/animal/d. Body weight changes, body condition scores (BCS), reproductive tract evolutions, and pregnancy rate were evaluated. In

addition, in blood serum, concentration of minerals, urea and non esterified fatty acids (AGNE) were measured. The animals were rotated in 122 ha divided in six paddocks of *Cynodon* sp. and *Brachiaria* sp. fertilized previously with urea (50 kg/ha). The evaluation of the offer of forages showed concentrations of nutrients and dry matter (> 34 kg DM/AU/d) adequate for beef cattle production. SM and SMP supplementations had no significant effect on BW or BCS of the animals. Nevertheless, considering the season of the year when the experiment was conducted, the average growth rate (0.483 kg/animal/d) was adequate for the general management of the herd, mainly in relation to pasture management. No significant differences among treatments were found for blood chemistry, uterine evolution, ovarian structure, and pregnancy (84, 84.1 and 92% of pregnancy for S, SM, and SMP, respectively). Under the experimental conditions, the mineral or protein plus mineral supplementations did not improve the biological response of the animals. Only rational management of pasture provides adequate vegetal material in quality and quantity, and consequently, satisfactory nutrition.

*Keywords:* supplementation, heifers, protein, minerals, reproduction.

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de nutrientes en los forrajes tropicales ocasiona retardo en el crecimiento de los vacunos a pastoreo y condiciona el inicio de la actividad reproductiva. Un período prolongado para que la hembra bovina alcance el peso óptimo para reproducción, eleva los costos de producción, restringe el tamaño del rebaño, la disponibilidad de reemplazos y compromete el progreso genético.

Las sabanas bien drenadas del estado Cojedes, Venezuela, presentan marcadas deficiencias nutricionales, principalmente de nitrógeno y fósforo (Morillo *et al.*, 1989; McDowell *et al.*, 1989; Chicco y Godoy, 1996). El bajo consumo de proteína y energía y los desbalances minerales pueden comprometer seriamente el comportamiento productivo y reproductivo de los rebaños bovinos a pastoreo (Wiltbank *et al.*, 1962; Manrique, 1990).

La solución de los problemas señalados promueve la adopción de arreglos tecnológicos, los cuales, según Chicco y Godoy (1987) incluyen la búsqueda de alternativas en el manejo de las pasturas tendientes a optimizar la cantidad y calidad nutritiva del forraje, así como el uso de suplementos que potencien la eficiencia del uso de forraje o corrijan condiciones deficitarias para reducir la caída de la productividad durante las estaciones del año y las etapas fisiológicas críticas de los animales.

El presente trabajo tuvo como propósito medir el efecto de la suplementación mineral y mineral-proteica sobre crecimiento, indicadores de química sanguínea, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de novillas a pastoreo.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en una finca del sector Samán Viejo, municipio El Pao de San Juan Bautista, estado Cojedes, Venezuela. Los valores climatológicos anuales de la zona son: temperatura entre 27 y 30°C, precipitación de 1.424 mm distribuida biestacionalmente con un máximo lluvioso entre mayo y agosto y déficit entre diciembre y abril con evapotranspiración potencial de 1.590 mm (Tejos, 1996; Arriaga *et al.*, 2001). La zona de vida pertenece a bosque seco tropical (Holdridge, 1967). Los suelos de la región pertenecen a los órdenes Inceptisoles, Ultisoles, Alfisoles y Vertisoles (Mogollón y Comerma, 1994; Tejos, 1996).

El área de estudio cuenta con sabanas intermedias a las bien y mal drenadas, que se inundan parcialmente (10-20 cm de lámina de agua) durante el período lluvioso. Durante la sequía, todos los animales reciben bloques multinutricionales. Las vacas paridas, novillas, mautas(es) y toretes reciben además 1 kg/animal/d de una mezcla de cama de pollo, afrechillo u otra harina y sal común. No obstante, históricamente en esta finca 20% de las novillas no alcanzaron, a los dos años de edad, el peso satisfactorio para el servicio. Durante el ensayo las novillas sometidas a estudio estuvieron excluidas de este manejo.

### Manejo y alimentación de los animales

Ciento sesenta y seis novillas con peso vivo (PV) promedio inicial de  $219,6 \pm 1,2$  kg y  $636 \pm 2,5$  días de edad fueron asignadas a tres grupos experimentales: S: sal común, SM: suplemento mineral y SMP: suplemento proteico-mineral, estratificadas por PV, condición inicial del tracto reproductivo y predominio

racial (Cuadro 1). Los animales fueron mantenidos en pastoreo alterno, en 122 ha fertilizadas a razón de 50 kg de urea/ha 60 días antes de iniciar el experimento, donde predominan *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria radicans* y *Brachiaria decumbens* con una pequeña proporción de otras gramíneas (*Axonopus* sp., *Sporobolus* sp. y *Paspalum* sp.) y leguminosas nativas (*Desmodium* sp., *Centrosema* sp. y *Calopogonium* sp.), con acceso al suplemento y agua *ad libitum*.

Se realizó control de parásitos (Ivermectina 1 mL/50 kg de PV) y vacunaciones (aftosa y bacterina triple bovina) en todo rebaño. El ensayo se realizó durante 242 días (aproximadamente 100 días de transición lluvia-sequía y 142 de sequía). La temporada de servicio (monta natural) se extendió por 103 días, ubicándose durante el periodo seco. Seis potreros de similar tamaño fueron asignados para mantener sólo los animales del ensayo; tres de ellos eran pastoreados durante 24 días mientras los otros permanecían en reposo por el mismo periodo de tiempo. Cada uno de los tres grupos de animales pastoreó 8 días en cada uno de los tres potreros de la serie en uso para evitar efecto del potrero sobre las mediciones. La carga animal varió entre 0,66 y 0,94 UA/ha al inicio y final del ensayo por crecimiento animal.

Los suplementos S y SM fueron ofrecidos *ad libitum* y SMP a razón de 700 g/animal/d. La composición química de SM y SMP se observa en el Cuadro 2.

### Variables medidas

Los animales fueron pesados individualmente a primeras horas del día con ayuno previo de 12 horas cada 24 días

El consumo por animal al día de SM y SMP fue estimado al hallar la diferencia entre el total ofertado y el consumo total realizado por un número conocido de animales en cada grupo en un tiempo determinado.

La condición corporal fue medida al inicio, mediados y final del ensayo como la relación existente entre la talla (altura a la cruz) y el peso vivo en kg/cm (Zambrano, 1992).

El efecto de la suplementación sobre la reproducción fue medido por el estado de desarrollo del tracto uterino y presencia de estructuras ováricas (cuerpos lúteos y folículos) determinadas ambas por palpación transrectal cada 24 días a lo largo del ensayo. De acuerdo al desarrollo y tonicidad se asignaron tres categorías al estado uterino: cero que correspondía a un útero flácido y escaso desarrollo, uno para animales con útero de mediano desarrollo y dos para un órgano tónico y de buen desarrollo. Una vez comenzada la temporada de servicio (TS), se determinó la proporción de animales en gestación por palpación cada 24 días, hasta 48 días post-temporada de servicio. Las novillas estuvieron en monta natural con 9 toros evaluados reproductivamente previa temporada de servicio. Grupos de toros (3 animales/grupo) permanecieron fijos en cada potrero rotando las novillas entre potreros y grupo de toros.

En suero de sangre obtenida por punción yugular de cerca del 20% del total de animales en el ensayo se determinó ácidos grasos no esterificados, urea y minerales. Los muestreos se realizaron en animales ayunados cada 48 días y coincidieron con el día de pesaje y palpación. Las condiciones de muestreo son las recomendadas por Álvarez (2001).

En áreas agroecológicas homogéneas, sobre una transecta se tomaron al azar muestras de

Cuadro 1. Estado inicial de los grupos experimentales.

	Tratamientos†		
	S	SM	SMP
Peso, kg ± error típico	220,0 ± 2,2	219,8 ± 2,1	218,9 ± 2,1
Grupo racial (n)	Predominante <i>B. taurus</i>	10	8
	Predominante <i>B. indicus</i>	45	48
Total	55	56	55

†S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral

Nota: A mediados del ensayo dos animales del tratamiento SM fueron sacrificados en el potrero por abigeato.

Cuadro 2. Composición química de los suplementos mineral (SM) y mineral-proteico (SMP).

Nutriente o fracción	SM	SMP
	----- % -----	
Proteína cruda	-	42,5
Proteína degradable†	-	25,1
Proteína sobrepasante†	-	17,4
Energía metabolizable, Mcal/kg†	-	2,65
Grasa cruda	-	4,25
Calcio	24,16	0,54
Fósforo	13,63	0,58
Magnesio	2,63	0,39
Cobre	0,645	0,0128
Zinc	1,54	0,0273
Cobalto	0,0024	0,0004
Selenio†	0,0049	0,003
Azufre†	1,01	1,773
Sodio	10,75	0,28

† Según estimaciones por cálculo teórico

suelo a una profundidad de 20 cm y se mezclaron homogéneamente. Luego se tomó 1 kg de muestra compuesta de cada transecta para el análisis.

Las muestras de forraje fueron cosechadas a inicio y final del ensayo sobre transectas con un marco metálico de 0,25 m<sup>2</sup>, a 10 cm sobre el nivel del suelo, identificadas y almacenadas en bolsas de papel. Se determinó la cantidad de biomasa presente, y previo molido, se realizaron los análisis químicos correspondientes. Semanalmente se colectó forraje por escogencia manual que consistió en simular la dieta seleccionada por los animales para también ser analizado (Wallis de Vries, 1995).

La determinación de minerales (Ca, Mg, Na, K, Zn, Cu, Fe y Mn) en suelo, planta y suero sanguíneo se realizó por espectrofotometría de absorción atómica (AOAC, 1984). El fósforo fue determinado por el método colorimétrico descrito por Fiske y Subarrow (1925) para planta y suero sanguíneo y Olsen según Brito *et al.* (1990) para suelo. Los AGNE fueron determinados en suero sanguíneo con NEFA-C<sup>®</sup> de Waco Chemicals. La urea se determinó con Chemroy<sup>®</sup>, también disponible comercialmente.

#### Diseño y análisis estadístico

La investigación de tipo experimental fue realizada con un diseño completamente al azar tomando como

unidad experimental a cada novilla del ensayo. Se utilizó la estadística descriptiva (promedios y error típico) e inferencial por medio de un análisis de varianza-covarianza para preñez y concentraciones de compuestos químicos en sangre, teniendo como factor de estudio los tratamientos y como covariables el peso y CC al inicio de la TS y GDP durante la TS, según el caso. Para analizar los pesos tomados a cada una de las novillas en diferentes oportunidades, se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo, teniendo como factor de estudio los tratamientos, como bloque el tipo racial y como covariable el peso individual a inicio del ensayo. Para las variables evolución uterina, estructuras ováricas y la proporción de animales gestantes en los diferentes meses de la temporada de servicio se aplicó *chi*-cuadrado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química de suelo y forrajes. Oferta forrajera

Los suelos mostraron concentraciones minerales normales para una adecuada producción y calidad del forraje (Cuadro 3). Al inicio del ensayo (transición lluvia-sequía), la cantidad de materia seca forrajera por unidad de superficie fue de 2.468 ± 295 kg MS/ha. La biomasa vegetal presente se estimó en 155 kg MS/UA/d lo cual quintuplica la oferta de materia seca

limitante para permitir una adecuada producción a pastoreo. Al transcurrir el ensayo (sequía; abril 2006) la oferta de materia seca disminuyó a 34 kg MS/UA/d, valor que aún se encuentra por encima de los 30 kg MS/UA/d, limitantes para la producción animal (Lamela, 1992).

Los nutrientes del forraje muestreado (Cuadro 4) estuvieron dentro de los valores donde no se compromete el desempeño de los bovinos, con excepción de la proteína cruda del forraje en sequía que estuvo por debajo de 7% (Milford y Minson, 1965). Los elementos minerales en el forraje mostraron valores mayores que los reportados por Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989), a excepción de magnesio, hierro y manganeso, aunque estos autores los obtuvieron de *Trachypogon plumosus*, *Paspalum* sp. y *Axonopus* sp., especies diferentes a las muestreadas en este estudio. Arriaga *et al.* (2001) en una zona con características agroecológicas similares a las del presente ensayo, encontraron en pasturas cultivadas (*Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria humidicola* y *B. radicans*) a inicios de lluvia, valores de proteína cruda, fósforo y potasio semejantes a los de este experimento. A diferencia de McDowell *et al.* (1989), quienes reportaron 100 y 67% de las muestras de forraje deficientes en zinc y cobre, respectivamente, en el presente estudio solo 14,3% de las muestras resultaron deficientes en zinc y ninguna en cobre.

La metodología de escogencia manual permitió, a través de mediciones semanales, estimar la calidad de la dieta que consumían los animales (Cuadro 4). Los valores de los nutrientes se encontraron en concentraciones adecuadas para favorecer una adecuada producción animal. Algunos de los nutrientes estudiados (fósforo y proteína cruda) en el

forraje muestreado por esta metodología presentaron mayor concentración que el tomado por cuadrícula (Cuadro 4), lo que concuerda con lo reportado por Hardison *et al.* (1954), quienes encontraron que la dieta seleccionada por los vacunos presentaba niveles más altos de proteína cruda, extracto etéreo y minerales e inferiores en fibra cruda al compararse con el forraje disponible para consumo. Casi todos los nutrientes fueron similares en las muestras tomadas por escogencia manual en la época de transición lluvia-sequía y sequía. Sólo los valores de proteína cruda ( $P < 0,002$ ) y calcio ( $P < 0,001$ ) mostraron tendencia a la disminución a medida que transcurrió el ensayo pero sin alcanzar valores críticos (Cuadro 4). El descenso del contenido de Ca en el forraje puede ser explicado por la disminución del contenido hídrico del suelo que afecta la absorción de nutrientes y cambios en la relación acumulación/transpiración (Richard, 1985; Casanova, 1991). La concentración de fósforo en el forraje muestreado por escogencia manual no mostró tendencia a disminución a medida que transcurrió el tiempo. Esta situación puede ser debida a que los animales tuvieron una oferta vegetal alta, donde la capacidad de selección no se vio comprometida.

La estimación de composición de la dieta y no de la oferta demostró que las deficiencias nutricionales en animales a pastoreo disminuyen cuando la cantidad de biomasa vegetal disponible es abundante y se maneja el pastoreo con racionalidad (carga, rotación y días de descanso adecuados). Esta situación donde las novillas fueron capaces de consumir una dieta basal adecuada permite explicar los hallazgos obtenidos.

Cuadro 3. Análisis de suelos (promedio  $\pm$  error típico) de los potreros de ensayo.

Época	P	K	Ca	Mg	Materia orgánica
	----- ppm -----				%
Transición Lluvia-Sequía	26,5 $\pm$ 2,5	109,5 $\pm$ 41	572,0 $\pm$ 16	295,0 $\pm$ 9	4,2 $\pm$ 0,14
Sequía	9,5 $\pm$ 1,5	66,0 $\pm$ 5	2.120 $\pm$ 420	323,0 $\pm$ 17	-
Promedio general	18,0 $\pm$ 5,1	87,8 $\pm$ 21	1.346 $\pm$ 479	309,0 $\pm$ 11	4,2 $\pm$ 0,14
Valores críticos <sup>†</sup>	10	37	500	15	2

<sup>†</sup> Según Morillo *et al.* (1989)

Cuadro 4. Concentración de fracciones químicas† del forraje pastoreado por novillas y obtenido por cosecha manual y cuadrícula durante dos épocas (TL-S: transición lluvia-sequia y sequía) del año. Valores son promedios con error típico entre paréntesis.

Método de muestreo	Época	%										ppm				
		PC	FDN	FDA	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn			
Cosecha manual	TL-S	12,67 (0,25)	78,03 (0,52)	38,75 (0,75)	0,58 (0,03)	0,36 (0,01)	0,24 (0,01)	1,74 (0,04)	0,33 (0,02)	131,78 (7,55)	12,61 (0,85)	65,22 (5,24)	54,87 (9,79)			
	Sequia	10,46 (0,29)	70,69 (1,15)	38,90 (0,13)	0,38 (0,02)	0,37 (0,01)	0,24 (0,01)	1,48 (0,08)	0,27 (0,02)	154,77 (10,90)	15,93 (1,24)	51,00 (4,26)	76,21 (10,60)			
Muestreo por cuadrícula	TL-S	10,73 (0,69)	76,77 (1,02)	-	0,67 (0,02)	0,28 (0,02)	0,15 (0,02)	1,91 (0,12)	0,31 (0,04)	245,14 (66,84)	12,86 (1,45)	63,43 (17,46)	213,86 (38,99)			
	Sequia	5,25 (0,38)	81,30 (0,76)	50,67 (1,37)	0,22 (0,01)	0,25 (0,02)	0,18 (0,02)	0,72 (0,12)	0,17 (0,03)	205,40 (26,88)	11,40 (0,60)	75,80 (15,96)	57,50 (6,18)			
Deficiencia‡		7			0,3	0,25	0,2	0,6	0,08	50	8	40	30			
Toxicidad‡										1.000	100	1.000	500			

†PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio, K: potasio, Na: sodio, Fe: hierro, Cu: cobre, Mn: manganeso, Zn: zinc

‡Según Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989)

### Crecimiento animal

El mayor incremento de peso vivo, sin distinción entre tratamientos, se obtuvo en la fase inicial del ensayo (Cuadro 5) coincidiendo con la mayor biomasa vegetal presente. El cambio de peso de los animales durante el ensayo no presentó diferencia atribuida a tratamiento. En el análisis de medidas repetidas se observó efecto ( $P < 0,0001$ ) del día de pesaje y de la época (transición y verano) sobre el peso de los animales, lo cual explica que los aumentos de peso estuvieron condicionados a la época del año (dieta basal) y no al tratamiento. El predominio racial afectó ( $P < 0,05$ ) el peso vivo; los individuos predominantemente *B. taurus* exhibieron una superioridad de 11,25 kg/animal comparados con los predominantemente *B. indicus*. En el Cuadro 5 se observan los pesos promedios ajustados, ganancias diarias de peso y CC por tratamiento y día de medición. Hay similitud de los valores por tratamientos para todas las variables. La ganancia de peso ajustada fue de 0,483 kg/animal/d, valor satisfactorio ya que el ensayo fue realizado en épocas de transición y sequía y se aproxima a la ganancia de peso a lograr en medio tropical (0,5 kg/animal/d) para alcanzar el peso de servicio entre 19 y 22 meses de edad (González Stagnaro, 1992). Los animales ingresaron a la temporada de servicio con un peso promedio de  $288 \pm 1,6$  kg (con mínimo 244 y máximo 344 kg) a los 139 días de iniciado el ensayo; sin embargo, a los 100 días habían alcanzado en promedio el peso mínimo de servicio (280 kg/animal) recomendado por Plasse *et al.* (1989) para ganado cebú comercial.

El consumo promedio (medido en forma grupal) de suplementos S, SM y SMP fue 32, 30 y 700 g/animal/d, respectivamente. La sal y minerales se ofrecieron *ad libitum*. El consumo de minerales fue similar a los 27 g/animal/d reportados por Ríos (1974) para animales en crecimiento.

La CC no fue afectada por tratamiento (Cuadro 5). Sin embargo, la raza tuvo influencia ( $P < 0,05$ ) sobre CC encontrándose en *B. indicus* predominante valores de  $1,77 \pm 0,02$ ;  $2,37 \pm 0,03$  y  $2,46 \pm 0,03$  kg/cm a inicios, mediados y finales del ensayo, respectivamente, inferiores a los obtenidos con predominancia de *B. taurus* ( $1,89 \pm 0,01$ ;  $2,51 \pm 0,01$  y  $2,60 \pm 0,01$  kg/cm). La CC tendió a aumentar a medida que transcurrió el ensayo. Se contó con tres mediciones de CC (inicios, mediados y finales del ensayo), siendo los promedios entre inicios y mediados diferentes (variación de 0,6

kg/cm), pero no entre mediados y finales (variación de 0,09 kg/cm). Zambrano (1992) encontró con la misma metodología de medición, en vacas de carne de diferente desarrollo corporal y estado fisiológico, valores de CC muy disímiles (2,99 – 3,34 kg/cm) a los determinados en las novillas de este estudio (1,77 – 2,49 kg/cm).

La proteína sobrepasante utilizada como suplemento de hembras bovinas de carne durante épocas donde los forrajes son de pobre calidad ha mostrado efecto favorable sobre el comportamiento productivo-reproductivo (Chicco *et al.*, 1998; Mancilla, 2002; Kane *et al.*, 2004). De igual manera, el efecto favorable de la suplementación con bloques multinutricionales sobre el crecimiento durante 60 días de la transición lluvia-sequía fue reportado por Herrera *et al.* (1995). Los animales suplementados ganaron diariamente 300 g en relación a pérdida de 182 g de los no suplementados. Ambos resultados contrastan con la ganancia obtenida durante esta experiencia (483 g/animal/d). Mientras que Godoy y Chicco (1995) observaron efecto positivo de la suplementación mineral, tanto en lluvia como en dos tercios de sequía, sobre el crecimiento de hembras bovinas (0,208 vs. 0,143 kg/animal/d en suplementadas y no suplementadas, respectivamente). Por el contrario a estas experiencias, los resultados del presente ensayo indican que la suplementación mineral no presentó efecto sobre el crecimiento, siendo el promedio de GDP en los animales tratados y no tratados, superior a la observada por los autores antes mencionados. Contrario a lo registrado en este experimento, Herrera (1998) observó mejoras de la CC de novillas cebú suplementadas con bloques multinutricionales, coincidiendo con aumento de la tasa de preñez.

### Evolución del tracto uterino, estructuras ováricas y preñez de las novillas

En términos generales, la condición uterina y presencia de estructuras ováricas determinadas por palpación rectal no mostraron cambios que puedan ser debidos a la suplementación. A partir del segundo mes de temporada de servicio, en ningún tratamiento se registraron animales con escaso desarrollo uterino y muy pocos presentaron ovarios lisos. No existió efecto de tratamiento sobre el diagnóstico de preñez. Aunque en la palpación final, SMP presentó la mayor proporción de animales gestantes (90,9%)

Cuadro 5. Peso ajustado promedio, ganancia diaria de peso y condición corporal (promedio  $\pm$  error típico) por tratamiento (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral) y día de pesaje en novillas

Día	Pesos ajustados			Ganancia diaria de peso			Condición corporal		
	S	SM	SMP	S	SM	SMP	S	SM	SMP
0	223,6	223,7	222,5	-----	-----	-----	-----	-----	-----
33	254,2	252,8	253,5	0,928	0,882	0,940	1,81 $\pm$ 0,02	1,79 $\pm$ 0,01	1,77 $\pm$ 0,01
56	268,9	266,9	269,0	0,640	0,613	0,673			
81	280,4	280,6	281,3	0,461	0,548	0,492			
104	281,4	284,5	283,1	0,040	0,170	0,076			
128	285,2	280,8	277,2	0,162	-0,151	-0,245	2,40 $\pm$ 0,02	2,39 $\pm$ 0,02	2,38 $\pm$ 0,02
152	301,6	301,8	302,5	0,683	0,872	1,053			
176	315,6	314,9	316,0	0,582	0,548	0,565			
201	318,6	317,6	322,0	0,119	0,108	0,243			
224	322,4	324,6	327,3	0,165	0,302	0,225			
242	320,2	320,3	322,5	-0,123	-0,237	-0,264	2,49 $\pm$ 0,02	2,47 $\pm$ 0,02	2,48 $\pm$ 0,02

al compararse con S (81,8%) o SM (81,5%) (Cuadro 6), siendo las medias ajustadas de preñez 83,8; 84,1 y 91,7% para S, SM y SMP, respectivamente. Estos valores superaron los encontrados por Herrera (1998) para novillas suplementadas y no suplementadas con bloques multinutricionales (61,8 vs. 39,3%) y los de Botacio y Garmendia (1997) de 30 y 60% para animales suplementados con sal y minerales, respectivamente, sugiriendo que la calidad de la pastura y el manejo del pastoreo fueron factores determinantes de los resultados.

El análisis de mínimos cuadrados demostró que la suplementación, raza o CC estimada a inicios, mediados y final del ensayo no afectaron la preñez de las novillas. Por el contrario, aumentos en 100 g de GDP durante la temporada de monta incrementaron en 0,5% la preñez ( $P<0,2$ ) y 10 kg adicionales de peso al inicio de la temporada de monta significó 2% más animales gestando ( $P<0,3$ ).

### Química sanguínea

Las concentraciones séricas de minerales (Cuadro 7) en los animales del experimento no mostraron diferencias estadísticas debidas a la suplementación a excepción de Ca y Cu.

El día de medición afectó significativamente ( $P<0,05$ ) la concentración en suero de los minerales, pero sin relación con las épocas de estudio (transición lluvia-sequía y sequía), las cuales transcurrieron con disminución de la calidad y cantidad de la pastura.

Algunos valores se encontraron cerca de las concentraciones críticas. Se presentaron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) en calcemia debido a

tratamiento presentando valores de 8,69; 9,01 y 9,07 mg/dL para S, SM y SMP, respectivamente. Sin embargo, todos se encontraron por arriba del nivel crítico (8 mg/dL) reportado por McDowell *et al.* (1997). La fosfatemia se ubicó ligeramente por debajo del valor crítico (4,5 mg/dL) reportado por McDowell *et al.* (1997). Sin embargo, algunos promedios se hallaron dentro de los niveles considerados normales (4,3 – 7,7 mg/dL) por González (2000). Los análisis de P de suelo y forraje no mostraron deficiencias del elemento.

La concentración de P en muestras de forraje tomadas por escogencia manual fue 36% mayor al requerimiento de los animales (NRC, 1996). Soto y Garmendia (1997), al igual que en el presente trabajo, no encontraron efecto del suplemento sobre el fósforo inorgánico en plasma. Los valores reportados por Morillo *et al.* (1989) y McDowell *et al.* (1989) de P en suero sanguíneo fueron mayores que los determinados en este estudio.

La magnesemia (Cuadro 7) presento concentraciones que se ubicaron por arriba del valor crítico (1 mg/dL; McDowell *et al.*, 1997). Esta situación guarda relación con los análisis de forraje (escogencia manual) y suelo, donde se evidenciaron valores normales o superiores a los considerados limitantes tanto para la producción animal como forrajera, respectivamente. Morillo *et al.* (1989) reportaron valores más elevados que los encontrados en este ensayo.

La concentración sérica de K fue adecuada, Por el contrario, el Na sérico (Cuadro 7) se aproximó al límite inferior de 306,7 mg/dL (Álvarez, 2001). La

Cuadro 6. Preñez acumulada durante de la temporada de servicio (TS) según tratamiento (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral).

Días†	Tratamiento			Global	P
	S	SM	SMP		
	----- % -----				
37	1,82	0	0	0,61	0,3735
62	47,27	44,44	50,91	47,56	0,7979
85	76,36	59,26	72,73	69,50	0,1261
103	78,18	68,52	78,18	75,00	0,5165
48 ‡	81,82	81,50	90,91	84,76	0,2642

† Días desde iniciada la TS.

‡ Días luego de finalizada la TS.

Cuadro 7. Concentraciones séricas (promedio  $\pm$  error típico) de minerales en novillas a pastoreo con diferentes suplementos (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico)

Fuente de variación	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn
	mg/dL ----- ppm							
Tratamiento								
S	8,69 $\pm$ 0,15b†	4,53 $\pm$ 0,11	1,64 $\pm$ 0,05	319 $\pm$ 3,4	21 $\pm$ 0,40	0,14 $\pm$ 0,006	0,76 $\pm$ 0,02a	1,95 $\pm$ 0,07
SM	9,01 $\pm$ 0,15a	4,22 $\pm$ 0,09	1,70 $\pm$ 0,05	324 $\pm$ 2,4	22 $\pm$ 0,32	0,14 $\pm$ 0,006	0,74 $\pm$ 0,02b	1,94 $\pm$ 0,09
SMP	9,07 $\pm$ 0,17a	4,32 $\pm$ 0,11	1,71 $\pm$ 0,05	326 $\pm$ 3,2	21 $\pm$ 0,29	0,14 $\pm$ 0,007	0,79 $\pm$ 0,02a	2,06 $\pm$ 0,10
Día de medición								
02/09/05	7,59 $\pm$ 0,07c	4,45 $\pm$ 0,15ab	1,23 $\pm$ 0,02d	294 $\pm$ 2,2b	19 $\pm$ 0,3b	0,14 $\pm$ 0,009ab	0,61 $\pm$ 0,02c	2,71 $\pm$ 0,18a
28/10/05	8,03 $\pm$ 0,07c	4,36 $\pm$ 0,13ab	1,52 $\pm$ 0,03c	321 $\pm$ 1,6a	19 $\pm$ 0,3b	0,15 $\pm$ 0,006ab	0,66 $\pm$ 0,02c	2,15 $\pm$ 0,09b
15/12/05	9,11 $\pm$ 0,26b	4,07 $\pm$ 0,11b	1,60 $\pm$ 0,08c	333 $\pm$ 2,8a	23 $\pm$ 0,4a	0,16 $\pm$ 0,009a	0,95 $\pm$ 0,03a	2,22 $\pm$ 0,05b
01/02/06	9,44 $\pm$ 0,24ab	4,27 $\pm$ 0,14ab	1,71 $\pm$ 0,07bc	331 $\pm$ 3,1a	22 $\pm$ 0,4a	0,16 $\pm$ 0,007a	0,79 $\pm$ 0,02b	2,05 $\pm$ 0,06b
22/03/06	9,92 $\pm$ 0,14a	4,78 $\pm$ 0,15a	2,12 $\pm$ 0,04a	333 $\pm$ 4,6a	23 $\pm$ 0,4a	0,12 $\pm$ 0,007bc	0,81 $\pm$ 0,02b	1,30 $\pm$ 0,03c
02/05/06	9,30 $\pm$ 0,16ab	4,03 $\pm$ 0,15b	1,91 $\pm$ 0,05b	329 $\pm$ 6,6a	23 $\pm$ 0,5a	0,09 $\pm$ 0,007c	0,79 $\pm$ 0,02b	1,46 $\pm$ 0,10c
Media general	8,93 $\pm$ 0,09	4,35 $\pm$ 0,06	1,68 $\pm$ 0,03	323 $\pm$ 1,7	21 $\pm$ 0,2	0,14 $\pm$ 0,003	0,76 $\pm$ 0,01	1,99 $\pm$ 0,05
Valores críticos‡	8	4,5	1				0,65	0,6

† Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos o días de medición.

‡ McDowell *et al.* (1997).

concentración sérica promedio de Cu (Cuadro 8) se encontró por encima de 0,65 ppm, valor crítico reportado por McDowell *et al.* (1997), estando 25% de las muestras de suero por debajo de este nivel. McDowell *et al.* (1989) y Morillo *et al.* (1989) reportaron valores de Cu sérico mayores a los determinados en este estudio. La concentración promedio de Cu en suero fue afectada ( $P < 0,05$ ) por tratamiento siendo de 0,76; 0,74 y 0,79 ppm para S, SM y SMP, respectivamente. El Zn sérico fue mayor que el valor crítico (0,6 ppm; McDowell *et al.*, 1997), lo que se corresponde con su concentración en la dieta. Tanto Cu como Zn en suelo y forraje estuvieron por encima del nivel crítico.

El valor de Zn en suero reportado por McDowell *et al.* (1989) fue ligeramente inferior al de este estudio. Sin embargo, es importante considerar que en el forraje las concentraciones de Fe fueron altas, elemento que es antagonista del zinc (Chicco y Godoy, 1987).

Aun cuando existieron diferencias debidas a tratamiento y tiempo de medición, los valores determinados de urea en suero estuvieron dentro del intervalo considerado normal por Wittwer (1994) y Bouda *et al.* (2005) cuyos valores oscilan entre 16,8 y 45 mg/dL (2,8 – 7,5 mmol/L) y 15 y 40 mg/dL, respectivamente. La urea en suero sanguíneo (Cuadro 8) apenas presentó diferencias ( $P = 0,08$ ) debidas a tratamiento, siendo sus valores de 23,05; 23,38 y 23,88 mg/dL para S, SM y SMP, respectivamente. También la uremia fue afectada por el periodo de medición ( $P < 0,05$ ) sin seguir una tendencia clara en el tiempo. La concentración sérica de urea (Cuadro 8) a lo largo del ensayo se encontró dentro del intervalo reportado por Hammond (1997), donde pudiese existir una posible desproporción energía/proteína. Rusche *et al.* (1993) encontraron que, indiferentemente del tipo de proteína (alta o baja degradabilidad), el nivel de la misma afectó la concentración de urea, siendo estos resultados similares a los del presente estudio.

Los ácidos grasos no esterificados (AGNE) (Cuadro 8) no fueron afectados por tratamiento. Los valores de AGNE en suero sanguíneo (0,7 – 1,0 meq/L) estuvieron por encima de los niveles críticos para vacas lecheras (0,8 meq/L de AGNE; Wittwer, 1994). Whitaker y Kelly (1994) en vacas secas o al final de la preñez reportaron valores normales de 0,4 meq/L. Por su parte, González (2000) señaló inconvenientes en el trópico con las interpretaciones

de AGNE ya que estos son susceptibles de aumentar en ganado poco dócil por efecto del estrés. De difícil y cuidadosa interpretación resultó relacionar los altos valores de AGNE en suero sanguíneo con la CC en incremento a lo largo del ensayo

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se realizó la experimentación, la suplementación mineral y proteico-mineral no mostró efecto sobre el crecimiento, evolución del tracto uterino, estructuras ováricas, preñez e indicadores de química sanguínea de novillas a pastoreo. Sólo un manejo racional de la pastura proporciona a este tipo de animal una oferta de material vegetal en calidad y cantidad y consecuente nutrición satisfactoria que no requiere alimentación suplementaria.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez J. 2001. Bioquímica Nutricional y Metabólica del Bovino en el Trópico. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14<sup>ce</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, EUA.
- Arriaga L., C. Chicco y G. Arriaga. 2001. Comportamiento productivo de vacas Brahman de primer servicio y primera lactancia con suplementación estratégica. *En* Romero R., J. Arango y J. Salomón (Eds.) XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Fac. Ciencias Veterinarias. Univ. Central de Venezuela. Maracay. pp. 35-61.
- Botacio R. y J. Garmendia. 1997. Efecto de la suplementación mineral sobre el status mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 5(Supl. 1): 245-247.
- Bouda J., A. Gutiérrez, G. Salgado y C. Kawabata. 2005. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. *Bovino.*, 6: [www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf) [Octubre, 2007].
- Brito J., I. Rojas y R. Roberti. 1990. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencias.

Cuadro 8. Concentración (promedio  $\pm$  error típico) de urea y ácidos grasos no esterificados (AGNE) en suero sanguíneo de novillas con diferentes tipos de suplementación (S: sal común, SM: suplemento mineral, SMP: suplemento proteico-mineral) en distintas fechas de medición.

Metabolito	Tratamiento	Fecha de medición							General
		02/09/05	28/10/05	15/12/05	01/02/06	22/03/06	02/05/06		
Urea, mg/dL	S	22,33 $\pm$ 0,49	24,60 $\pm$ 0,80	22,49 $\pm$ 0,27	22,47 $\pm$ 0,55	21,34 $\pm$ 0,20	24,64 $\pm$ 1,20	23,05 $\pm$ 0,36A <sup>†</sup>	
	SM	22,13 $\pm$ 0,20	23,95 $\pm$ 0,80	22,64 $\pm$ 0,27	23,03 $\pm$ 0,43	22,22 $\pm$ 0,39	25,05 $\pm$ 0,60	23,38 $\pm$ 0,28AB	
	SMP	22,73 $\pm$ 0,42	25,04 $\pm$ 1,06	23,91 $\pm$ 0,30	23,76 $\pm$ 0,36	21,86 $\pm$ 0,39	25,00 $\pm$ 0,72	23,88 $\pm$ 0,32B	
	General	22,36 $\pm$ 0,22bc	24,59 $\pm$ 0,50a	23,07 $\pm$ 0,23b	23,08 $\pm$ 0,28b	21,78 $\pm$ 0,20c	24,91 $\pm$ 0,47a	23,44 $\pm$ 0,19	
AGNE, meq/L	S	0,945 $\pm$ 0,032	0,997 $\pm$ 0,012	0,772 $\pm$ 0,015	0,884 $\pm$ 0,031	0,905 $\pm$ 0,042	0,865 $\pm$ 0,041	0,897 $\pm$ 0,016	
	SM	0,932 $\pm$ 0,019	1,008 $\pm$ 0,026	0,800 $\pm$ 0,016	0,871 $\pm$ 0,031	0,827 $\pm$ 0,037	0,822 $\pm$ 0,025	0,882 $\pm$ 0,016	
	SMP	0,984 $\pm$ 0,044	0,915 $\pm$ 0,010	0,785 $\pm$ 0,026	0,918 $\pm$ 0,020	0,859 $\pm$ 0,020	0,709 $\pm$ 0,029	0,874 $\pm$ 0,021	
	General	0,954 $\pm$ 0,019a	0,973 $\pm$ 0,014a	0,786 $\pm$ 0,010c	0,891 $\pm$ 0,012b	0,864 $\pm$ 0,019b	0,799 $\pm$ 0,024c	0,884 $\pm$ 0,010	

<sup>†</sup> Letras mayúsculas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la misma columna, mientras que letras minúsculas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la misma fila.

- FONAIAP. Serie D, N° 26. Maracay, Venezuela.
- Casanova E. 1991. Introducción a la Ciencia del Suelo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Univ. Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Chicco C. y S. Godoy. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 47-103.
- Chicco C. y S. Godoy. 1996. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 27-43.
- Chicco C., S. Godoy y N. Obispo. 1998. Corrección de los factores nutricionales que limita la producción de bovinos a pastoreo. *En* D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 89-116.
- Fiske C. y Y. Subbarrow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375- 400.
- Godoy S. y C. Chicco. 1995. Respuesta productiva a la suplementación mineral de los bovinos de a pastoreo. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 25-59.
- González F. 2000. Uso de perfil metabólico para determinar status nutricional em gado de corte. *En* González F., J. Barcellos, H. Ospina y L. Ribeiro (Eds.) Perfil Metabólico em Ruminantes: Seu Uso em Nutrição e Doenças Nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. Disponible en línea en <http://www6.ufrgs.br/bioquimica/extensao/pmr2000.pdf> [Diciembre, 2004].
- González Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. *En* González Stagnaro C. (Ed.) Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. pp. 155-188.
- Hammond A. 1997. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. 8<sup>vo</sup> Ruminant Nutrition Symposium, Univ. Florida, Gainesville, EUA. Disponible en línea: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/1997/frns1997.pdf> [Agosto, 2007].
- Hardison W., J. Reid, C. Martin y P. Woolfolk 1954. Degree of herbage selection by grazing cattle. *J. Anim. Sci.*, 37: 89 – 102.
- Herrera P., B. Birbe y N. Martínez. 1995. Suplementación estratégica con bloques multinutricionales. *En* Plasse D., N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.) XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Univ. Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 129-159.
- Herrera P. 1998. Efecto de la suplementación post-parto sobre parámetros productivos y reproductivos de vacas doble propósito. Trabajo de Ascenso. Universidad Simón Rodríguez. Maracay. Venezuela.
- Holdridge L. 1967. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Iberoamericano de Cooperacion para la Agricultura. Turrialba, Costa Rica.
- Kane K., D. Hawkins, G. Pulsipher, D. Denniston, C. Krehbiel, M. Thomas, M. Petersen, D. Hallford, M. Remmenga, A. Roberts y D. Keisler. 2004. Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 82: 283–291.
- Lamela L. 1992. Sistemas de producción de leche. *En* Clavero T. (Ed.) Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. pp. 151-160.
- Mancilla L. 2002. Suplementación estratégica de los bovinos a pastoreo. *Venezuela Bov.*, 44: 34-39.
- Manrique J.R. 1990. Fisiología de la reproducción del ganado lechero. *Fonaiap Divulga*, 33: 15-20.

- McDowell L., D. Morillo, C. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad y F. Martin. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. II. Microminerals. *Nut. Rep. Int.*, 40: 17-31.
- McDowell L., J. Velásquez Pereira y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. *Boletín*. 3<sup>ra</sup> ed. Universidad de Florida. Gainesville, EUA.
- Milford R. y D. Minson. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proc. 9<sup>no</sup> International Grassland Congress*. Sao Paulo, Brasil. pp. 815-822.
- Mogollón L. y J. Comerma. 1994. Suelos de Venezuela. PDVSA. Palmaven. Caracas, Venezuela.
- Morillo D., L. McDowell, C. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad y F. Martin. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. I. Macrominerals and forage organic constituents. *Nut. Rep. Int.*, 39: 1247-1262.
- NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7<sup>ma</sup> ed. National Academy Press. Washington, EUA.
- Plasse D., T. Linares, R. Hoogesteijn y H. Fossi. 1989. Programa de aplicación tecnológica para el mejoramiento de la producción bovina de carne. *Fac. Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Programa de Cooperación Agrícola SPB – MIG, Convenio MAC – PDVSA. Serie C, N° 29. Maracay, Venezuela.*
- Ríos J. 1974. Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne a pastoreo. *Agronomía Trop.*, 24: 227-234.
- Rusche W., R. Cochran, L. Corah, J. Stevenson, D. Harmon, R. Brandt, Jr. y J. Minton. 1993. Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabolites, and reproductive function of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.*, 71: 557-563.
- Soto H., y J. Garmendia. 1997. Uso de una fuente nacional de fósforo en la suplementación de novillas Brahman. *Zootecnia Trop.*, 15: 159-175.
- Tejos R. 1996. Muestreo, análisis e interpretación de suelo y plantas con fines forrajeros. II Seminario Alternativas para una Mejor Utilización de Pastos Cultivados. Asociación de Ganaderos de Valencia. Valencia, Venezuela. pp. 1-9.
- Tejos R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. *En Plasse D., N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds.) XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Fac. Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 143-165.*
- Wallis de Vries M. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. *J. Range Manag.*, 48: 370-375.
- Whitaker D. y J. Kelly. 1994. Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. *En Pérez T. y N. Martínez (Eds.) I Curso Nacional de Divulgación en Técnicas de RIA y Evaluación de Metabolitos Sanguíneos y Cinéticas Digestivas Relacionadas en la Nutrición y Reproducción en Bovinos. Org. Int. Energía Atómica, Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias, Univ. Central de Venezuela y Ministerio de Energía y Minas. Maracay, Venezuela.*
- Wiltbank J., W. Rowden, J. Ingalls, K. Gregory y R. Koch. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 21: 219-225.
- Wittwer F. 1994. Diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en animales en producción. *En Pérez T. y N. Martínez (Eds.) I Curso Nacional de Divulgación en Técnicas de RIA y Evaluación de Metabolitos Sanguíneos y Cinéticas Digestivas Relacionadas en la Nutrición y Reproducción en Bovinos. Org. Int. Energía Atómica, Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias, Univ. Central de Venezuela y Ministerio de Energía y Minas. Maracay, Venezuela.*
- Zambrano C. 1992. Ordeño estacional en ganadería de carne. Tesis de Maestría. Postgrado de Producción Animal. *Fac. Agronomía y Ciencias Veterinarias. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.*

## **Vigilancia epidemiológica de la brucelosis bovina en la Parroquia Buria, Municipio Simón Planas, estado Lara. Periodo 2006-2007**

Ortelio Mosquera<sup>1\*</sup>, Rocío Freitez<sup>2</sup> y Ana T. Rumbos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Unidad de Epidemiología. Barquisimeto, Lara. Venezuela. \*Correo electrónico: orteliomosquera@ucla.edu.ve

<sup>2</sup>Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria-Lara. Dept. Epidemiología. Barquisimeto, Lara. Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Se realizó un programa de vigilancia epidemiológica de brucelosis bovina en la Parroquia Buria, Municipio Simón Planas, estado Lara, Venezuela, durante los años 2006-2007, mediante la prueba de anillo en leche (PAL). Posteriormente, las muestras de sangre positivas de los animales fueron analizadas con la prueba serológica oficial (card test) y con las técnicas complementarias, aglutinación lenta en tubo y 2-mercapto etanol. Los resultados permitieron identificar 17 explotaciones rectoras a la PAL (8%), diez de las cuales reaccionaron con tres y cuatro cruces y el resto con dos cruces, mientras que 194 fincas resultaron negativas a la enfermedad. Entre los factores de riesgo incluidos, como empresa láctea, tipo de ordeño, vacunación, número de la muestra y superficie de la finca, no se encontró asociación estadística ( $P>0.05$ ), pero en cuanto al tamaño del rebaño, la prueba de correlación de rangos de Spearman mostró asociación estadística ( $P<0.05$ ). La concordancia entre la prueba PAL y la prueba oficial y 2-mercapto etanol fue muy buena entre las fincas que reaccionaron con tres y cuatro cruces y la concordancia fue buena al incluir todas las fincas rectoras. El bajo número de fincas rectoras a la prueba de anillo en leche y su concordancia con las pruebas complementarias permiten recomendar que esta técnica sea incluida en el programa, de manera de avanzar en la creación de áreas libres de la enfermedad, apoyado con un incremento de la cobertura de vacunación, un control estricto del ingreso de ganado a esta Parroquia y fortalecer la capacitación de los productores sobre el impacto de esta enfermedad en la salud pública y en la producción animal

*Palabras clave:* Vigilancia epidemiológica, brucelosis bovina, prueba del anillo en leche

---

### **Epidemiological surveillance of bovine brucellosis in Buria County, Simón Planas Municipality, Lara state. 2006-2007 period.**

#### **ABSTRACT**

A program of epidemiological surveillance of bovine brucellosis was conducted in Buria County Buria, Simón Planas Municipality, Lara state, Venezuela, during the years 2006 and 2007, through the milk test ring (PAL). Later, positive blood samples from cattle herd animals were tested with the official serological test (card test) and with complementary techniques, standard tube agglutination and 2-mercapto ethanol. The results identified 17 farm reactors to the PAL (8%), ten of whom responded with three and four crossings and the rest with two crosses, while 194 sites were negative for the disease. Among the risk factors, including dairy company, type of milking, vaccination, number of samples, and area of land, no statistical association was found ( $P>0.05$ ), but for the size of the herd, the Spearman's rank correlation coefficient showed statistical association ( $P<0.05$ ). The agreement between PAL test, test card, and 2-mercapto ethanol was very good among the cattle herds which reacted with three and four crossings and a good match for all cattle herds that included reactors. The low number of cattle herds reactors to the PAL and its agreement with the complementary tests allow to recommend this technique to be included in the program, the creation of areas free of the disease, supported by an increase in

vaccination coverage, strict control of bovine entry to the county and to strength the training of producers on the impact of this disease on public health and animal production.

*Keywords:* epidemiological surveillance bovine brucellosis, ring test

## INTRODUCCIÓN

La brucelosis bovina es una de las zoonosis más importantes que afectan a la ganadería del país, por las pérdidas económicas que ocasiona y el impacto que tiene en la salud pública (Aidorevich de Aguirre *et al.*, 2000). Las bacterias del género *Brucella* se clasifican como cacobacilos gram negativos, aerobios, inmóviles. Se reconocen actualmente seis especies: *B. melitensis*, *B. abortus*, *B. suis*, *B. neotomae* y *B. canis*. Las tres primeras son denominadas “brucelas clásicas” y se han dividido a su vez en biovars. Actualmente existen varios biovars de cada una de las tres especies más importantes: *Brucella abortus* (nueve biotipos), *Brucella suis* (cuatro biotipos) y *Brucella. mellitensis* (tres biotipos) (Radostitis *et al.*, 2002).

La brucelosis bovina existe en todo el mundo, pero se ha erradicado en Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Finlandia, Hungría, Noruega, Países Bajos, Rumania, Suecia y Suiza. En América Latina, Argentina, Uruguay, Paraguay, Brasil y México tienen programas de erradicación orientados hacia el control de los factores de riesgo, como presencia de caninos en las fincas, tamaño del rebaño y la movilización de animales (Rodríguez *et al.*, 2005).

La vigilancia epidemiológica, entendida como información para la acción, constituye un instrumento de vital importancia para identificar, medir y analizar los problemas y condicionantes de la salud que afectan a la población y sobre esa base, tomar decisiones orientadas a promocionar la salud. (García, 2004). En Perú se realizó vigilancia epidemiológica de brucelosis bovina mediante la prueba del anillo en leche, durante el periodo 1987 a 1993 y la confirmación en los animales de fincas positivas se hizo con las pruebas card test y lenta en tubo, obteniendo una positividad de 2% en predios y 1% en animales y una concordancia muy buena entre la prueba del anillo en leche con la prueba card test y aglutinación lenta en tubo (López *et al.*, 1994).

En la Provincia de Santa Fe de Argentina, se realizó un estudio de la brucelosis bovina en receptorías

lácteas, mediante la prueba del anillo en leche desde el año 1989, consiguiendo una tasa de reaccionantes de 4,5%. En 1992, en 12 receptorías obtuvieron 8% en fincas y confirmadas con la prueba de card test en los animales, logrando un 8,7% de reaccionantes. (Vanzini *et al.*, 2001). En la provincia de Ñuble, Chile, se utilizaron los métodos de ELISA y anillo en leche para diagnosticar brucelosis bovina en 60 fincas durante los meses de noviembre y diciembre de 1995. Estos fueron estratificados en relación al número de vacas en producción de leche. Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron similares, 18 muestras positivas y 42 negativas. Se observó que el mayor número de reacciones positivas se encontró en aquellos predios que poseían entre 50 y 100 vacas en lactancia (López *et al.*, 1998). En el estado de Guerrero, México, mediante la prueba del anillo en leche, fueron procesadas muestras procedentes de 4.605 animales y 307 fincas, encontrado una positividad de 52,4%. Este resultado fue confirmado con las técnicas diagnósticas, Rosa de Bengala y aglutinación lenta en tubo, que encontraron una positividad de 17±8 y 17±11% (Salgado *et al.*, 1995)

Actualmente la vigilancia epidemiológica de brucelosis bovina en el país consiste en la recolección de la información de las actividades que ejecutan los médicos veterinarios en ejercicio libre, las cuales se procesan a nivel de las oficinas sanitarias locales. Luego, ésta información se envía a la Dirección del SASA regional, que hace el consolidado del estado y lo envía al SASA central. Además, son eliminados los animales que reaccionan positivos a las pruebas complementarias, se realiza vacunación a las becerras de 3 a 8 meses de edad y se controla la movilización (Vargas, 2003)

En la Parroquia Buría del Municipio Simón Planas, estado Lara, se llevo a cabo un estudio de prevalencia de brucelosis bovina, encontrando una prevalencia por animal de 0,96% y por finca de 7,24%. Las pruebas de diagnóstico realizadas fueron card test, lenta en tubo y 2-mercapto etanol. También se encontró que solo 1,44% de los predios vacunaban con la RB51. El

resto de los factores de riesgo no mostró diferencias significativas (Rodríguez, 2004).

El presente trabajo tuvo como finalidad realizar vigilancia epidemiológica de la brucelosis bovina mediante la prueba de anillo en leche, en receptorías lácteas, queseras y fincas dedicadas a la producción de leche, a fin de detectar de una manera más rápida, los rebaños con la enfermedad y estimular de esta forma, la creación de áreas libres de esta enfermedad en el país.

## MATERIALES Y METODOS

El tipo de investigación que se desarrollo es de carácter descriptivo por su finalidad, su diseño comprende un proyecto factible apoyado por un estudio de campo y por su secuencia temporal es un estudio epidemiológico longitudinal (Argimon y Jiménez, 2004).

El área geográfica contemplada en este estudio fue la Parroquia Buria del Municipio Simón Planas del estado Lara, Venezuela. El Municipio tiene una superficie de 1.109 km<sup>2</sup> correspondiendo a la Parroquia Buria, 287 km<sup>2</sup>. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 9° 50' y 10° 00' N y 68° 50' y 69° 05' O. Limita con el estado Yaracuy por el río Buria en el que desemboca el río Turbio para formar el río Cojedes. Presenta una zona de vida de tipo Tropical Seco con una altitud de 600 msnm y una precipitación que varía entre 700 y 1.600 mm (SAGCN, 1997).

### Población y muestra

La población animal estuvo conformada por las fincas que colocaban la producción de leche en las receptorías lácteas, queseras o que disponían de tanques de enfriamiento. En las fincas que resultaron positivas a la prueba del anillo en leche se tomaron muestras de sangre a toda la población bovina a fin de aplicar las pruebas complementarias y se eliminaban los animales reactores positivos. Si la prueba del anillo en leche posterior resultaba negativa era repetida dos veces con un intervalo de dos meses; en caso de continuar negativa, se recomendaba su realización anual.

### Métodos e instrumentos de recolección de datos

La información de la fincas fue registrada en una encuesta epidemiológica en la cual fueron incluidas las variables que podían influir en la presencia de la

enfermedad, identificándose la fuente de información, en el caso de tratarse de una receptoría lechera, quesera o una finca con tanque de enfriamiento de leche.

La toma de las muestras en receptorías lácteas y en los tanques de enfriamiento se realizó al concluir el ordeño revolviendo previamente y tomando 50 mL de leche en tubos estériles. Las muestras se identificaron y se transportaron refrigeradas hasta el Laboratorio de Microbiología del Decanato de Ciencias Veterinarias de la UCLA, mientras que en las queseras, las muestras fueron tomadas al efectuar el recorrido en las fincas proveedores de cada una de ellas y se agregó formalina al 1% por cada mL de leche, considerando el tiempo desde la finalización del ordeño, hasta el momento de tomar las muestras.

### Análisis de las muestras

Las muestras fueron mantenidas en refrigeración a una temperatura de 4 a 6°C, hasta 72 horas de su procesamiento. Una hora antes de la prueba, las muestras se llevaron a temperatura ambiente, tanto las de leche como del antígeno, luego se agitaron invirtiendo varias veces el tubo de 50 mL. Posteriormente, se colocó un mL de la muestra en un tubo 12 x 75 mm, se agregó una gota (0,03 mL) de antígeno a cada tubo, se agitó nuevamente y se incubó a 37°C durante una hora. Al concluir este tiempo se realizó la lectura de la muestra, catalogándose de la siguiente manera:

Negativo: Anillo de crema blanco, columna de leche azul.

+ Anillo de crema y columna del mismo color.

++ Anillo de crema de color más pronunciado que la columna de leche.

+++ Anillo de crema, azul oscuro y columna de leche y la columna de leche, con un poco de color azul.

++++ Anillo de crema, azul oscuro y columna de leche blanca (García, 1988).

Las muestras de leche procedentes de una receptoría lechera o una quesera se consideraron positivas a brucelosis bovina cuando la técnica resultó con más de dos cruces. En este caso, la finca se visitaba posteriormente y se extraían muestras de sangre de todos los animales para efectuar la prueba de card

test. Si eran reactores a esta prueba, se confirmaban con la técnica 2-mercapto etanol y la prueba lenta en tubo. De resultar positivas estas pruebas, el animal era marcado con una "B" en el cachete izquierdo y enviado al matadero. Para disminuir el número de animales falsos positivos se evitó tomar muestras de leches acidas y en fincas con vacas enfermas de mastitis.

### Procesamiento y análisis de los datos

Los datos fueron recolectados durante los años 2006 y 2007, procesados y analizados mediante el programa estadístico Epi Info (Epi Info, 2005). También fue calculado el coeficiente de correlación de rangos de Spearman y el índice Kappa mediante el programa SPSS (SPSS, 2006). El índice kappa (k) mide la concordancia entre técnicas de diagnóstico y se interpretó como deficiente (< 0,2), regular (0,21 a 0,4), moderada (0,41 a 0,6), buena (0,61 a 0,8) y muy buena (0,81 a 1) (Salgado *et al.*, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La implementación del sistema de vigilancia epidemiológica mediante la prueba del anillo en leche se realizó en dos receptorías lácteas, cinco queseras y 14 fincas con tanques de enfriamiento de leche, obteniendo muestras de 211 fincas de las cuales 17 resultaron positivas (8%), siendo las fincas que entregan la leche a las queseras y las que tenían tanques individuales, las más afectadas con 19,3 y 21,4%, respectivamente (Cuadro 1). En cuanto a fincas individuales el resultado obtenido fue similar al obtenido en un estudio epidemiológico realizado en el estado de Guerrero, México (Salgado *et al.*, 1995).

Se realizó la prueba de  $\chi^2$  para demostrar asociación estadística entre los resultados de la prueba del anillo en leche y siguientes factores: Tipo de empresa láctea, tipo de ordeño, vacunación, orden de toma de la muestra y la superficie de la finca. La prueba demostró que todas estas variables no están asociadas a los porcentajes de positividad obtenidos por la prueba de anillo en leche (Cuadro 2). Sin embargo, mediante el coeficiente de correlación de rangos de Spearman se encontró asociación estadística entre el tamaño del rebaño y los porcentajes de fincas positivas con la prueba de anillo en leche (Cuadro 3); o sea, a mayor tamaño del rebaño, existe mayor probabilidad de ser positivo a la prueba (Figura 1). Resultados similares se obtuvo en fincas de la Provincia de Nuble en Chile (López, 1998). Igualmente, Rodríguez *et al.* (2005) encontraron que el tamaño del rebaño estuvo asociado con la presencia de la enfermedad. Con respecto al factor de riesgo, si la finca vacuna sus animales contra brucelosis bovina, el resultado difiere de los obtenidos por Rodríguez (2004) en un estudio de prevalencia de brucelosis bovina en esta Parroquia, donde se encontró que solo 1,44% de las fincas vacunaba sus animales contra brucelosis bovina.

A la población bovina de las 17 fincas positivas a la prueba del anillo en leche, se extrajeron muestras de sangre para realizar la prueba oficial de diagnóstico de brucelosis bovina (card test) y los animales que resultaron reactores fueron confirmados con las pruebas complementarias que en este estudio fueron la prueba de aglutinación lenta en tubo y 2-mercapto etanol (Cuadro 3). Para eliminar los animales positivos se tomó en consideración los resultados obtenidos por la técnica de 2-mercapto etanol, por lo que se

Cuadro 1. Fincas positivas a la prueba de anillo en leche de acuerdo a la empresa láctea

Empresa láctea	Fincas muestreados	Fincas positivas	Positividad
	----- n -----		%
Receptoría	63	3	4,8
Quesera	57	11	19,3
Finca	14	3	21,4
Total	134	17	15,2

Cuadro 2. Comparación entre los factores de estudio y las fincas positivas a la prueba anillo en leche y el estadístico de prueba  $\chi^2$ .

Factor	Positivos		Total	$\chi^2$	P
	n	%			
<u>Empresa láctea</u>					
Receptoría	3	3,2	94	3,23	>0,05
Quesera	11	10,7	103		
Tanque individual	3	21,4	14		
<u>Tipo de ordeño</u>					
Manual	14	7,2	194	1,81	>0,05
Mecánico	3	17,6	17		
<u>Vacunación contra brucelosis</u>					
No	12	6,7	179	2,34	>0,05
Si	5	15,6	32		
<u>Numero de muestra</u>					
1	12	11,0	108	1,37	>0,05
2	3	5,2	58		
3	2	5,7	35		
4	0	0	10		
<u>Superficie de la finca (ha)</u>					
1-20	2	2,2	90	3,12	>0,05
21-50	3	6,5	46		
51-100	11	20,0	55		
101-200	0	0	11		
>201	1	11,1	9		

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Spearman para las variables tamaño del rebaño, número de fincas y porcentaje de fincas positivas (FP). N=5.

	Tamaño	Numero	FP
Tamaño		-1,000**	0,900*
Numero	-1,000**		-0,900*

\* indica correlación significativa a nivel 0,05 (bilateral). \*\* indican correlación significativa a nivel 0,01 (bilateral).

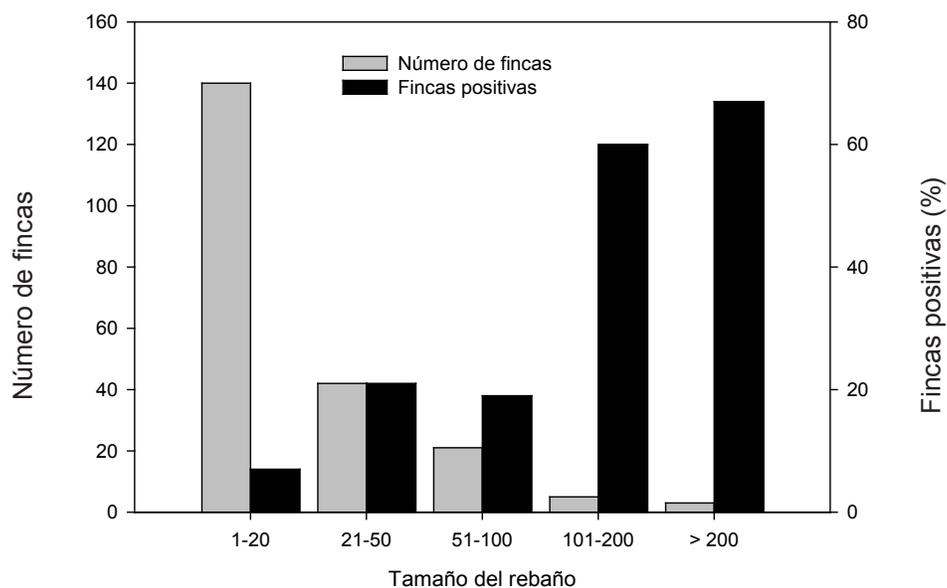


Figura 1. Número y porcentaje de fincas positivas a la prueba anillo en leche, de acuerdo al tamaño del rebaño.

Cuadro 4. Tasa de positividad de la brucelosis bovina, en fincas positivas a la prueba de anillo en leche (PAL), de acuerdo con las pruebas complementarias.

Finca	PAL	Bovinos n	Pruebas complementarias			Positividad %
			Card test	Lenta en tubo	2-mercapto etanol	
1	++++	43	4	0	2	4,6
2	++++	230	4	4	4	1,7
3	+++	6	2	0	2	33,3
4	++++	36	7	0	0	0
5	+++	41	1	1	1	2,4
6	+++	12	2	2	2	16,6
7	++++	31	3	2	2	6,5
8	+++	147	2	2	2	2,0
9	++++	84	4	0	2	2,4
10	+++	53	0	0	7	13,2
11	++	37	0	0	0	0
12	++	90	0	0	0	0
13	++	7	0	0	0	0
14	++	8	0	0	0	0
15	++	9	0	0	0	0
16	++	12	0	0	0	0
17	++	10	0	0	0	0
Total		856	29	11	24	2,8

Cuadro 5. Concordancia entre la prueba de anillo en leche (PAL) y las pruebas complementarias, mediante el índice Kappa.

PAL	Prueba complementaria		Índice Kappa
	Positivo	Negativo	
	<u>Card test</u>		
Positivo	9	8	0,67
Negativo	0	194	
	<u>Lenta en tubo</u>		
Positivo	5	12	0,43
Negativo	0	194	
	<u>2-mercapto etanol</u>		
Positivo	9	8	0,67
Negativo	0	194	

eliminaron 24 animales (2,8%) y se obtuvo una tasa de positividad de 3,6%, mientras que con la prueba aglutinación lenta en tubo, la positividad fue 1,3% y con la prueba de card test fue 3,4%. Estos resultados difieren de los obtenidos en el estado de Guerrero, México, tanto para la prueba del anillo en leche como el de las pruebas complementarias, probablemente porque la positividad fue mayor (Salgado, 1995). En relación a la concordancia entre la prueba del anillo en leche con card test y 2-mercapto etanol, ésta fue muy buena para los predios positivos con tres y cuatro cruces mientras que incluyendo los predios positivos con dos cruces el índice Kappa fue 0,67 y una concordancia moderada con la prueba lenta en tubo (0,43%) (Cuadro 5). Este resultado difiere del obtenido por Cabrera *et al.* (2005).

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La prueba del anillo en leche para diagnóstico de brucelosis bovina permitió detectar 17 fincas positivas, siendo más afectadas las que entregan la leche a las queseras y las que disponían de tanques individuales.

No se encontró asociación estadística entre los factores empresa láctea, tipo de ordeño, vacunación, orden de la muestra y superficie de la finca, pero si se encontró asociación estadística entre ser positivo en la prueba del anillo en leche y el tamaño del rebaño.

La concordancia entre la prueba de anillo en leche con resultados en tres y cuatro cruces y la prueba

oficial card test y 2-mercapto etanol se considera muy buena.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten recomendar la inclusión de esta prueba en el programa oficial de la brucelosis bovina en el país, ya que permitirá el progreso hacia la creación de áreas libres de la enfermedad y avanzar de esta manera hacia su erradicación.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda financiera total del CDCHT de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" y al Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA-Lara) por el apoyo institucional.

### LITERATURA CITADA

- Aidorevich de Aguirre L., M.B. Bracamonte y N.E. Plaza. 2000. Zoonosis más Frecuentes en Venezuela. Fonaiap. Serie D, No. 41. Maracay, Venezuela.
- Argimon J. y J. Jiménez. 2004. Métodos de Investigación Clínica y Epidemiológica. 3<sup>ra</sup> ed. Elsevier, Madrid, España.
- Cabrera C., E. Silva, M. Izquierdo y C. García. 2005. Validación del ELISA Davih Bru2 en el diagnóstico serológico de la brucelosis bovina. Rev. Elect. Vet., 6(5): 1-34.

- Epi Info. 2005. Programa estadístico para profesionales de salud pública. Center for Disease Control and Prevention. Ver. 3.3.2. Atlanta, EUA.
- García C. 1988. Pruebas complementarias para el diagnóstico de brucelosis. IV Curso sobre diagnóstico serológico de la brucelosis bovina en el estado Lara. Barquisimeto, Venezuela.
- García R. 2004. Vigilancia epidemiológica. Curso de gestión local de salud. Universidad de Costa Rica. Facultad de Medicina. San José, Costa Rica.
- SAGCN. 1987. Atlas del Estado Lara. Gobernación del Estado Lara Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional. Ministerio del Ambiente. Caracas, Venezuela.
- López P., L. Olivera, R. Perales y R. Rosadio. 1994. Vigilancia epidemiológica de la brucelosis bovina en la cuenca lechera de Arequipa, Perú. *Inv. Pec.*, 7(2): 10-12.
- López J. 1998. Diagnóstico de brucelosis bovina leche por el ring test y ELISA en lecherías de la Provincia de Nuble (VIII Región), *Arch. Med. Vet.*, 30(1): 133-138.
- Radostits O., C. Gay, D. Blood y K. Hinchcliff. 2002 *Medicina Veterinaria*. Vol. I. Tratado de las Enfermedades del Ganado Bovino, Ovino, Porcino, Caprino y Equino. 9<sup>na</sup> ed. Mac Graw Hill Interamericana. Madrid, España.
- Rodríguez T. 2004. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de brucelosis bovina. Trabajo de Grado en Medicina Veterinaria Preventiva. Univ. Centrocidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Lara. Venezuela.
- Rodríguez Y., W. Valera, G. Sánchez, G. Antúnez e Y. Ramírez. 2005. Brucelosis bovina, Aspectos históricos y epidemiológicos. *Rev. Elec. Vet.*, 6(9): 6-13.
- López J. y A. Best. 1998. Diagnóstico de brucelosis bovina en leche por el ring test y ELISA en lecherías de la provincia de Nuble. *Arch. Med. Vet.*, 30(1): 133-138.
- Salgado G., C. Jaramillo, L. Sánchez y J. García. 1995. Estudios de brucelosis a partir de muestras de leche de bovinos en el trópico sub húmedo del estado de Guerrero. *Vet. Mex.*, 26(1): 359-363.
- SPSS. 2006. User Manual. Statistical Package for the Social Sciences. Ver. 15.0.1. Chicago, EUA.
- Vanzini V., N. Aguire, S. Torioni, A. Canal y A. Sodiro. 2001. Epidemiología de la brucelosis bovina en establecimientos productores de leche de los Departamentos Castellana y las Colonias. Informe Técnico. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio. Provincia de Santa Fe, Argentina.
- Vargas F. 2003. Situación epidemiológica de la brucelosis en Venezuela. *Gaceta Cien. Vet.*, 8(2): 69-78.

## **Ketamina disminuye los niveles de la hormona luteinizante en vacas lecheras**

Iraima Medina y Nelson L. Daló\*

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Ciencias Veterinarias, Unidad de Investigación Dr. H. Moussatché. Apartado Postal 722, Barquisimeto, Lara. Venezuela. \*Correo electrónico: nelsondalo@yahoo.com

---

### **RESUMEN**

El hipotálamo integra las señales excitatorias mediadas por glutamato que desencadenan en la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual regula la secreción adenohipofisiaria de la hormona luteinizante (LH), quien tiene un papel fundamental en el ciclo reproductivo. Estas acciones neuro endocrinas del glutamato son susceptibles de ser bloqueadas por drogas antagonistas del receptor N-metil-D-aspartato (NMDA), entre ellas, la ketamina. El objetivo de este trabajo fue determinar la disminución en los niveles séricos de la LH en las vacas a dosis bajas de ketamina. Se usaron 12 vacas de la raza Carora, no preñadas y con signos de celo, divididas en dos grupos. Seis de ellas recibieron ketamina (1 mg/kg, IV) diluida en 20 mL de solución salina al 0,85% y seis controles inyectadas con el diluyente. Muestras de sangre fueron tomadas cada 5 min y la LH fue cuantificada por quimioluminiscencia. La ketamina produjo a los 5 min de la inyección niveles de LH significativamente bajos ( $P < 0,001$ ) que se mantuvieron durante 50 min. Después de los 55 hasta los 120 min los valores de la LH retornaron a su nivel control. Este potente efecto de la ketamina sobre la LH nos hace sugerir que situaciones similares ocurrirían con otras sustancias antagonistas que alteren el sistema glutamatérgico, podrían también interrumpir el ciclo reproductivo.

*Palabras clave:* ketamina, hormona luteinizante, LH, GnRH.

---

### **Ketamine decreases the level of luteinizing hormone in dairy cows**

#### **ABSTRACT**

The hypothalamus integrates excitatory signals mediated by glutamate that result in the release of gonadotropin releasing hormone (GnRH) that regulates the adenohipophysis luteinizing hormone (LH) secretion, which has a pivotal role in reproductive cycle. This neuro endocrine action of glutamate is susceptible of being blocked by N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor antagonists, among others, ketamine. The main goal of this work was to determine whether a low dose of ketamine induces a decrease in the plasmatic level of LH in cows. Twelve Carora breed dairy cows, not pregnant and showing signs of estrous were used. Cows were divided in two groups. Six of them were injected with ketamine (1 mg/kg, IV), diluted in 20 mL of 0.85% saline solution and six were injected with the solvent. Blood samples were taken every 5 min and the LH levels were quantified by chemiluminescence. Ketamine produced 5 min after its injection a significant decrease in LH level that lasted 50 min. From 55 to 120 min, the LH levels returned to control values. This potent effect of ketamine on the LH let us suggest that similar situation may occur with others antagonistic substances that alter the glutamatergic system, may also disrupt the reproductive cycle.

*Keywords:* ketamine, luteinizing hormone, LH, GnRH.

---

## INTRODUCCIÓN

El hipotálamo es el centro donde se integran y procesan las informaciones procedentes del propio sistema nervioso central, del exterior (luz, estímulos olfatorios, alimentación) y de las gónadas (hormonas ováricas). De esta integración resultan señales excitatorias mediadas por el glutamato (Van Den Pol y Trombley, 1993; Hrabovszky y Liposits, 2008) y también señales inhibitorias mediadas por el ácido gamma amino butírico (GABA) (Decavel y Van Den Pol, 1990) que desencadenan la liberación de GnRH hipotalámica, la cual estimula la secreción de las gonadotropinas: la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) (Bourguignon *et al.*, 1997). Estas, conjuntamente con las hormonas esteroideas regulan la periodicidad de los ciclos reproductivos (Brann y Mahesh, 1994). El concepto que se tenía que las neuronas hipotalámicas usaban péptidos, neuromoduladores y factores de liberación de acción lenta como sustancias neuroactivas ha cambiando totalmente (Van Den Pol y Trombley, 1993)

En el hipotálamo, el glutamato es el principal neurotransmisor excitatorio y realiza su acción por interacción con receptores ionotrópicos y metabotrópicos. Se conocen dos grandes tipos de receptores ionotrópicos: los receptores NMDA, denominados así por el nombre de su principal agonista sintético, el ácido N-metil-D-aspartico (NMDA) y los receptores no-NMDA. Los receptores NMDA median despolarizaciones post-sinápticas lentas y los receptores no-NMDA median despolarizaciones rápidas (Brann y Mahesh, 1994). No existe acuerdo en que tipo de receptores son principalmente activados para inducir la liberación de GnRH. Se han reportado evidencias que indican que durante el proceso de liberación de la GnRH, el glutamato interactúa con los receptores no-NMDA (López *et al.*, 1992) y otros indican que es a través de receptores NMDA (Carbone *et al.*, 1996, Downing *et al.*, 1996) o en ambos (Brann y Mahesh, 1994).

Es importante desde el punto de vista fisiológico conocer el mecanismo involucrado en la liberación de LH y, del mismo modo, dilucidar porqué en ciertas circunstancias su patrón de secreción se ve modificado con una alteración de la actividad ovárica. La LH mantiene ciertos niveles durante el ciclo estrual que durante el celo alcanza un pico

que determinan la maduración, ruptura del folículo y el proceso de ovulación (Fortune *et al.*, 2004). Se podría hipotetizar que si el sistema glutamatérgico es alterado por factores ambientales, enfermedades o por drogas antagonistas de sus receptores, se disminuirían los niveles hipotalámicos de la GnRH y se desencadenaría una inhibición en la liberación de LH y no ocurriría la ovulación.

Existen muchas drogas que pueden inhibir la acción central del glutamato. Las más conocidas son los anestésicos volátiles e intravenosos, los barbitúricos, los alcoholes (Franks, 2008), agentes contaminantes como el uretano (Koblin, 2002), los anticonvulsivos (Piña Crespo y Daló, 2007), antitusígenos como el dextrometorfano y una gran cantidad de drogas que se ensayan como neuroprotectores en enfermedades neurológicas (Kalia *et al.*, 2008). Pero existe la posibilidad de que agentes agregados a los alimentos como el glutamato monosódico o el ácido aspártico puedan aumentar la actividad secretoria neuroendocrina (Urbansky *et al.*, 1994; Downing *et al.*, 1996). Entre las drogas inhibitorias están la ketamina, la tiletamina y la fenciclidina, que forman parte del arsenal terapéutico veterinario y usados eventualmente como pre anestésicos, anestésicos disociativos o agentes inmovilizantes en grandes animales. Estos son drogas antagonistas no competitivos del receptor NMDA que pasan fácilmente la barrera hematoencefálica y producen un bloqueo muy potente del canal iónico (Reynolds y Miller, 1990). Estas evidencias han permitido sugerir que si se desea evitar un ciclo estrual anovulatorio, un agente que bloquee los receptores NMDA no debería ser administrado durante el celo.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar si dosis bajas de ketamina producen disminución en los niveles de LH. Estos resultados son de utilidad para alertar sobre el correcto uso de estas drogas y cuando se deseen investigar causas exógenas de baja fertilidad, que es el problema de mayor relevancia en el rebaño lechero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estos experimentos fueron realizados en la estación experimental "Manuel Salvador Yépez", explotación lechera con un manejo semi intensivo, ubicada el El Torrellero, municipio Simón Planas, estado Lara, Venezuela. Se usaron un total de 12 vacas lecheras

de la raza Carora, no preñadas, con un peso promedio de  $477 \pm 51,46$  kg. Del total de vacas seleccionadas, cinco tenían dos partos y siete, tres partos. El último parto ocurrió entre los meses de noviembre a febrero. Los animales fueron alimentados en pastizales de *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola* y suplementados con alimento concentrado, que recibieron a razón de 3,5 kg/vaca, en promedio.

Antes de iniciar el experimento cada animal fue palpado para determinar la presencia de folículo y ausencia de cuerpo lúteo y sólo fueron incluidas las clínicamente sanas en condición de celo. El celo fue considerado positivo cuando fueron observados signos, como presencia de limo claro y filante en la vulva, enrojecimiento e edema vulvar, inquietud, disminución de pastoreo, conductas de montar a otras hembras o dejarse montar (Sepúlveda y Rodero, 2003). Para confirmar la presencia de celo también fue utilizado un macho recelador. Cada vaca en celo fue pesada usando una romana (Morse & Co, EUA) y le fue insertado en la vena yugular externa, un catéter (Intracah 14 x 5½") para la toma de muestras, la inyección de la droga o el diluyente.

Los animales fueron divididos al azar en dos grupos. El grupo tratado ( $n = 6$ ), después de una primera muestra de sangre, recibió ketamina (Sigma Chemical, EUA) diluida en solución salina (0,85%) a la dosis de 1 mg/kg. La inyección IV se hizo lentamente en un volumen de 20 mL. Después del tratamiento se tomaron muestras de sangre cada 5 min durante 2 h. Las mismas fueron colectadas en tubos Vacutainer® con EDTA y transportadas al laboratorio en una cava con hielo. En el grupo control ( $n = 6$ ) se hizo mismo procedimiento, pero las vacas recibieron solamente igual volumen de solución salina al 0,85%. Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 3000 rpm (Centrífuga Clay Adams, modelo 21152, EUA), durante 20 min. El plasma obtenido fue guardado por duplicado a  $-70^{\circ}\text{C}$  en un freezer (Revco Scientific, EUA) hasta su procesamiento.

Para la cuantificación de la LH las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente, minutos antes de su procesamiento. La LH fue determinada en muestras duplicadas de 100  $\mu\text{L}$  utilizando un kit comercial (Diagnostics ACS 180, Chiron Corp., EUA) y un sistema automatizado de quimioluminiscencia (Ciba-Corning ACS 180 plus, GMI Inc., EUA). Este inmunoensayo se fundamenta en la determinación

de una emisión de luz asociada con la disipación de energía de una sustancia electrónicamente excitada con partículas magnéticas del sustrato dioxetano. La sensibilidad del ensayo fue de 0,001 – 0,011 mUI/mL. También fueron determinados los coeficientes de variación intra-ensayos (6,38%) y el inter-ensayos (7,35%). Los valores fueron analizados usando la prueba de t de Student para la comparación de las medias, siendo consideradas significativas para  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS

Los animales toleraron la inyección intravenosa de ketamina sin signos de somnolencia y dos de ellos mostraron signos oculares de inquietud, que fueron asociados con la acción anestésica disociativa de la ketamina. En la Figura 1 se presentan las concentraciones séricas de la LH después de la administración de ketamina y los valores de la LH en el grupo control que sólo recibió solución fisiológica. Al minuto cero, los promedios de LH fueron iguales en ambos grupos, pero a los 5 min se encontró una disminución de LH altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en el grupo que recibió ketamina, el cual se mantuvo bajo hasta los 50 min. Después de transcurridos 55 minutos y hasta la finalización del experimento a los 120 minutos, no se encontró una diferencia significativa entre ambos grupos; de hecho, a partir del minuto 80, las concentraciones séricas de LH en las vacas tratada volvieron al valor inicial del experimento y las concentraciones de LH se igualaron al del grupo control (Figura 1).

## DISCUSIÓN

La ketamina es un conocido antagonista selectivo, no competitivo y voltaje dependiente de los receptores NMDA (Reynolds y Millar, 1990). Bajo condiciones experimentales, en este ensayo, se presentan evidencias que confirman el papel que tiene el glutamato en la liberación de la LH, ya que la administración de ketamina disminuyó de forma altamente significativa su secreción durante 50 minutos.

A pesar de que el glutamato, como neurotransmisor en la regulación neuroendocrina ha sido estudiado en muchas especies, en vacas lecheras, este ha sido el primer intento y nos permite alertar sobre el cuidado que debemos tener cuando usamos drogas que puedan alterar la actividad del glutamato durante el

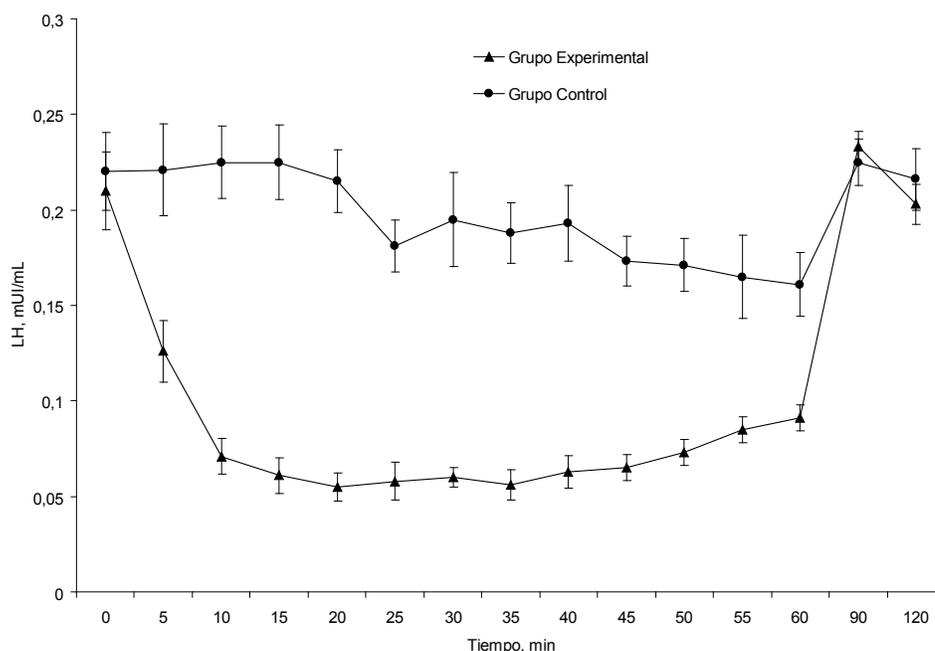


Figura 1. Niveles de la hormona LH a través del tiempo en vacas con y sin aplicación de ketamina. Las barras verticales indican el error estándar de cada valor promedio.

celo. Nuestros resultados coinciden con experimentos similares, en otras especies. Por ejemplo, en hembras *Rhesus machaques* durante la fase luteal del ciclo estrual, la administración de NMDA a dosis de 10 mg/kg, causó un rápido incremento de las concentraciones de la LH en plasma y esta estimulación fue inhibida de manera significativa por la administración de los antagonistas CNQX y MK801 (Urbanski *et al.*, 1997). También en bovinos machos de 24 semanas de edad, la administración de MK-801, un antagonista no competitivo de los receptores NMDA, a dosis única de 0,1 mg/kg, abolió la secreción de la LH (Shahab *et al.*, 1995). Recientemente, se ha determinado *in vitro* la presencia de receptores no-NMDA en células productoras de GnRH (Garyfallou *et al.*, 2006). Asimismo, se han encontrado neuronas glutamatérgicas que contienen transportadores de glutamato (VGLUT1-3) con vesículas sinápticas que acumulan L-glutamato, en los núcleos hipotalámicos del control de la LH pre-ovulatoria, como el núcleo preóptico y el área hipotalámica anterior (Hrabovszky y Liposits, 2008).

El efecto de la ketamina sobre la secreción de la LH probablemente es en el hipotálamo inhibiendo la GnRH, ya que la administración directa del glutamato en la hipófisis no altera la secreción de las gonadotropinas (Shainker y Ticero, 1980). Experimentos *in vitro*, usando células hipotalámicas de ratas incubadas con análogos del glutamato, produjeron una estimulación dosis-dependiente en la neuro-secreción de la GnRH, lo que confirma el sitio de acción central (Bourguignon *et al.*, 1997). Pero este efecto varía con la condición del animal, ya que en ratas en lactación, el hipotálamo parece ser refractario ante la estimulación con los aminoácidos excitatorios y en consecuencia, no hay aumento de la GnRH después de la administración de NMDA. Esto podría deberse a que el amamantamiento induce la activación de péptidos opioides o de GABA que pueden suprimir a las neuronas hipotalámicas secretoras de GnRH (Pohl *et al.*, 1989).

Probablemente para que el NMDA tenga un efecto sobre la secreción de la LH se requiere que exista un ambiente hormonal adecuado, caracterizado por altas concentraciones de los estrógenos y bajas

concentraciones de la progesterona (Pinilla *et al.*, 1998). Los esteroides gonadales potencian el efecto estimulador de los aminoácidos excitatorios sobre la secreción de la LH en roedores (Carbone *et al.*, 1992) y en ovejas (Estienne *et al.*, 1990).

Las acciones del glutamato y el estradiol sobre la secreción de las gonadotropinas son integradas en neuronas hipotalámicas donde se expresan ambos tipos de sus receptores (Diano *et al.*, 1997). Dado estos antecedentes en el presente estudio se decidió tomar las muestras en el día del celo, ya que en ese momento, el folículo secreta grandes cantidades de estrógenos y los niveles de progesterona son bajos y se alcanza el valor máximo en el pico de la secreción de LH, que efectivamente fue suprimido por la acción de la ketamina.

### CONCLUSIÓN

En el presente estudio, la inyección endovenosa de una dosis única de ketamina en vacas originó una disminución altamente significativa de la LH durante 50 minutos y abre la posibilidad de que situaciones similares puedan ocurrir cuando se usan otras sustancias que puedan afectar la neuro-secreción de la GnRH y, por ende, de la LH. La comprensión farmacológica del sistema reproductivo puede evitar problemas en la eficiencia reproductiva de nuestros rebaños.

### AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud al Dr. Mario Baptista, del Laboratorio Clínico Delta y al personal de Estación Experimental "Manuel Salvador Yépez", en especial al M.V. Carlos Montezuma. Este trabajo fue subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"

### LITERATURA CITADA

Bourguignon J.P., A. Gérard, G. Purnelle, V. Czajkowski, C. Yamanaka, M. Lemaître, J.M. Rigo G., Moonen y P. Franchimont. 1997. Duality of glutamatergic and GABAergic control of pulsatile GnRH secretion by rat hypothalamic explants: I. Effects of antisense oligodeoxynucleotides using explants including or excluding the preoptic area. *J. Neuroendocrin.*, 9: 183-191.

Brann D.W. y V.B. Mahesh. 1994. Excitatory amino acids: function and significance in reproduction and neuroendocrine regulation. *Front Neuroendocrin.*, 15(1): 3-49.

Carbone S., B. Szwarcfarb, M.E. Otero y J.A. Moguilevsky. 1992. Effects of ovarian steroids on the gonadotropin response to N-methyl-D-aspartate and on hypothalamic excitatory amino acid levels during sexual maturation in female rats. *Endocrin.*, 130: 1365-1370.

Carbone S., B. Szwarcfarb, D. Rondina, C. Feleder y J.A. Moguilevsky. 1996. Differential effects of the N-methyl-D-aspartate and non-N-methyl-D-aspartate receptors of the excitatory amino acids system on LH and FSH secretion. Its effects on the hypothalamic luteinizing hormone-releasing hormone during maturation in male rats. *Brain Res.*, 707: 139-145.

Decavel C y A.N. Van Den Pol. 1990. GABA: a dominant neurotransmitter in the hypothalamus. *J. Comp. Neurol.*, 302: 1019-1037.

Diano S., F. Naftolin y T.L. Horvath. 1997. Gonadal steroids target AMPA glutamate receptor containing neurons in the rat hypothalamus, septum and amygdala: a morphological and biochemical study. *Endocrin.*, 138: 778-789.

Downing J.A., J. Joss y R.J. Scaramuzzi. 1996. The effects of N-methyl-D,L-aspartic acid and aspartic acid on the plasma concentration of gonadotrophins, GH and prolactin in the ewe. *J. Endocrin.*, 149: 65-72.

Estienne M.J., K.K. Schillo, S.M. Hileman, M.A. Green y S.H. Hayes. 1990. Effect on N-methyl-D,L-aspartate on luteinizing hormone secretion in ovariectomized ewes in the absence and presence of estradiol. *Biol. Reprod.*, 42: 126 - 130.

Franks N. 2008. General anesthesia: from molecular targets to neuronal pathways of sleep and arousal. *Nature Rev.*, 9: 370-386.

Fortune J.E., G.M. Rivera., M.Y. Yang. 2004. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Anim. Reprod. Sci.*, 82/83: 109-226.

- Garyfallou V. T., D. Lemos, H.F. Urbanski. 2006. Expression profiling of genes encoding glutamate and GABA receptor subunits in three immortalized GnRH cell lines. *Brain Res.*, 1086: 50-54.
- Hrabovszky E. y Z. Liposits. 2008. Novel aspects of glutamatergic signaling in the neuroendocrine system. *J. Neuroendocrin.*, 20(6): 743-751.
- Kalia L.V., S.K. Kalia y M.W. Salter. 2008. NMDA receptors in clinical neurology: excitatory times ahead. *Lancet Neurol.*, 7: 742-755.
- Koblin D.D. 2002. Urethane: help or hindrance? *Anesth. Analg.*, 94: 241-242.
- López F.J., A.O. Donoso y A. Negro Vilar. 1992. Endogenous excitatory amino acids and glutamate receptor subtypes involved in the control of hypothalamic luteinizing hormone-releasing hormone secretion. *Endocrin.*, 130: 1986-1992.
- Pinilla L., M. Tena Sempere y E. Aguilar. 1998. Role of excitatory amino acid pathways in control of gonadotrophin secretion in adult female rats sterilized by neonatal administration of oestradiol or testosterone. *J. Reprod. Fert.*, 113: 53-59.
- Piña Crespo J.C. y N.L. Daló. 2007. Activity of common anticonvulsant drugs on spinal seizure-induced by sudden cooling. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*, 30: 1202-1208.
- Pohl C.R., L.R. Lee y M.S. Smith. 1989. Qualitative changes in luteinizing hormone and prolactin response to N-methyl-D-aspartic acid during lactation in the rat. *Endocrin.*, 124: 1905-1911.
- Reynolds I.J. y R. J. Miller. 1990. Allosteric modulation of N-methyl-D-aspartate receptors. *Adv. Pharmacol.*, 21: 101-126.
- Sepúlveda N. y E. Rodero. 2003. Comportamiento sexual durante el estro en vacas lecheras. *Interciencia*, 28: 500-503.
- Shahab M., K. D. Nusser, J. L. Peters y D. R. Deaver. 1995. Involvement of N-methyl-D-aspartate receptor using excitatory amino acid neurotransmitters in control of pulsatile secretion of LH during sexual development in Holstein bull calves. *J. Reprod. Fert.*, 105: 77-83.
- Shanker B.A. y T. Ticero. 1980. Acute central stimulation of luteinizing hormone by parenterally administered N-methyl-aspartic in male rat. *Brain Res.*, 184: 425 - 429.
- Urbanski H. F., M. M. Fahy, M. Daschel y C. Meshul. 1994. N-methyl-D-aspartate receptor gene expression in the hamster hypothalamus and in immortalized luteinizing hormone-releasing hormone neurones. *J. Reprod. Fert.*, 100(1): 5-9.
- Urbanski H.F., V.T. Garyfallou, S.G. Kohama y D.L. Hess. 1997.  $\alpha$ -Adrenergic receptor antagonism and N-methyl-D-aspartate (NMDA) induce luteinizing hormone release in female Rhesus macaques. *Brain Res.*, 744: 96-97.
- Van Den Pol A. y P. Trombley. 1993. Glutamate neurons in hypothalamus regulate excitatory transmission. *J. Neurosci.*, 13: 2829-2836.

## Medio alternativo para la producción *in vitro* de embriones bovinos

Concepción Ahuja Aguirre<sup>1\*</sup>, Felipe Montiel Palacios<sup>2</sup>, Ponciano Pérez Hernández<sup>1</sup>  
y Jaime Gallegos Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Carretera Federal Xalapa-Veracruz, C.P. 91700, Tepetates, Veracruz. México.

\*Correo electrónico: ahuja@colpos.mx

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, Veracruz. México.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, México. México.

---

### RESUMEN

Se evaluó la tasa de desarrollo de blastocistos bovinos producidos *in vitro* utilizando medio de cultivo convencional para embriones bovinos y medio de cultivo para producción *in vitro* (PIV) de embriones humanos. Se obtuvieron ovocitos de ovarios de vacas Cebú sacrificadas en matadero. Los folículos ováricos fueron aspirados y los complejos *cumulus*-ovocitos (CCO) con al menos dos capas de células del *cumulus* intactas fueron madurados durante 22 a 24 h. Posteriormente, los CCO fueron fertilizados con semen bovino descongelado y coincubados por 20 a 24 h. Los presuntos cigotos fueron cultivados por 48 h en medio KSOM o en medio HTF modificado. En los días 3 y 5 post-fertilización *in vitro* (FIV), los embriones fueron cambiados a gotas nuevas de KSOM o de IVC-Two/IVC-Three. Para ambos cultivos, en el día 3 post-FIV se determinó la tasa de división y entre los 7 a 9 días post-FIV, se evaluó el desarrollo embrionario a etapa de blastocisto. La tasa de maduración *in vitro* fue 89,7%. La tasa de división fue 82,3% para ovocitos cultivados en KSOM y de 80,1% para ovocitos cultivados en HTF (P>0,05). La tasa de desarrollo de blastocistos fue 31,6% para embriones cultivados en KSOM y 29,5% para embriones cultivados en HTF/IVC-Two/IVC-Three (P>0,05). En conclusión, las tasas de desarrollo *in vitro* de blastocistos bovinos fueron similares para los embriones cultivados en un medio convencional para PIV de embriones bovinos y para los embriones cultivados en medios utilizados para PIV de embriones humanos, por lo que ambos tipos de medios pueden utilizarse para la PIV de embriones bovinos con resultados aceptables.

*Palabras clave:* Blastocisto, bovino, embrión, producción *in vitro*.

---

### Alternative medium for *in vitro* production of bovine embryos

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the blastocyst development rate for *in vitro* produced bovine embryos using either the conventional culture medium for bovine embryos or culture media used for the *in vitro* production (IVP) of human embryos. Oocytes were obtained from ovaries of slaughtered Zebu cows. Ovarian follicles were aspirated and the cumulus-oocytes complexes (COC) with at least two layers of intact cumulus cells were matured for 22 to 24 h. Following that, COC were fertilized with frozen-thawed bovine semen and coincubated for 20 to 24 h. The presumptive zygotes were cultured for 48 h in KSOM medium or modified HTF medium. On days 3 and 5, post-*in vitro* fertilization (IVF) embryos were placed into new drops of KSOM or IVC-Two/IVC-Three. For both culture types, the cleavage rate was determined on day 3 post-IVF and the embryo development rate to blastocyst stage was evaluated on days 7 to 9 post-IVF. *In vitro* maturation rate was 89.7%. Cleavage rate was 82.3% for oocytes cultured in KSOM and 80.1% for oocytes cultured in HTF (P>0.05). Blastocyst development rate was 31.6% for embryos cultured in KSOM and 29.5% for embryos cultured in HTF/IVC-Two/IVC-Three (P>0.05). In conclusion, *in vitro* blastocyst development rates were similar for both the embryos cultured in the conventional medium for IVP of bovine embryos and the embryos cultured in media used for the IVP of human embryos, thus, both types of media can be used for the IVP of bovine blastocysts with acceptable results.

*Keywords:* Blastocyst, bovine, embryo, *in vitro* production.

---

## INTRODUCCIÓN

La producción *in vitro* (PIV) de embriones bovinos ha adquirido importancia para ser usada como alternativa o en combinación con programas de ovulación múltiple y transferencia de embriones debido a sus ventajas y flexibilidad (Galli *et al.*, 2001). El proceso de PIV de embriones bovinos se divide en cuatro etapas: la maduración de ovocitos, la capacitación espermática, la fertilización de ovocitos maduros y el cultivo de embriones. Estas etapas comprenden una serie de procesos fisiológicos, cada uno de los cuales condiciona el éxito o fracaso del proceso (Mucci *et al.*, 2006). El parámetro más usado para medir la eficacia de la PIV de embriones es la tasa alcanzada de blastocistos (Kubisch *et al.*, 2001).

Aunque las tasas de maduración y fertilización *in vitro* de ovocitos bovinos son altas (aproximadamente 90 y 80%, respectivamente), la mayoría de los ovocitos fertilizados sólo se dividen hasta la etapa de 2 a 4 células y no todos son capaces de alcanzar la etapa de blastocisto (Lonergan *et al.*, 1999; Rizos *et al.*, 2002). La tasa de desarrollo de blastocistos *in vitro* oscila entre 30 y 40% (Marquant Le Guienne *et al.*, 2001; Watanabe *et al.*, 2001; Blondin *et al.*, 2002; Lonergan *et al.*, 2003a). Esto indica que el cultivo embrionario desde cigoto hasta blastocisto es crítico para la PIV de embriones, además que durante este período se define en gran medida, la calidad de los embriones obtenidos (Rizos *et al.*, 2002; Galli *et al.*, 2003; Lonergan *et al.*, 2003b; Lonergan *et al.*, 2004).

Mientras el número de blastocistos PIV depende principalmente de la calidad de los ovocitos recuperados, la calidad de los blastocistos está determinada por el ambiente de cultivo y fertilización de los ovocitos (Calado *et al.*, 2001; Holm *et al.*, 2002; Rizos *et al.*, 2002). Durante el cultivo embrionario *in vitro* ocurren cuatro eventos importantes en lo que se refiere al desarrollo desde la etapa de cigoto hasta la formación del blastocisto: la primera división embrionaria, cuyo momento de presentación es crítico para el subsecuente desarrollo del embrión (Lonergan *et al.*, 1999), la activación del genoma embrionario en la etapa de 8 a 16 células (Memili y First, 2000), la compactación de la mórula en el día cinco (Boni *et al.*, 1999) y la formación del blastocisto a los días seis ó siete (Watson, 1992). Por lo tanto, las condiciones inadecuadas del ambiente de cultivo que pudieran afectar alguno o todos estos eventos podrían tener

un efecto deletéreo sobre la calidad del embrión (Lonergan *et al.*, 2003b).

Entre los medios más usados para el cultivo *in vitro* de embriones bovinos cabe mencionar: el medio Charles Rosenkrans (CR1) (Rosenkrans y First, 1994), el fluido oviductal sintético (SOF) (Gardner *et al.*, 1994; Holm *et al.*, 1999) y el medio optimizado simple de potasio (KSOM) (Liu y Foote, 1995). En México, en ocasiones resulta complicado conseguir medios para la PIV de embriones bovinos porque deben ser importados directamente de los laboratorios que los producen. Esto resulta en largos períodos de espera e inadecuado almacenamiento de los medios durante el transporte, lo que provoca que los medios no sean aptos para ser usados en el laboratorio, elevando el costo de los embriones producidos. Sin embargo, dado el auge que ha tenido en el país la reproducción asistida en humanos, generalmente resulta más fácil y menos costoso conseguir medios utilizados para la PIV de embriones humanos, que aunque deben ser igualmente importados, se consiguen con compañías distribuidoras nacionales. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las tasas de desarrollo de blastocistos bovinos producidos *in vitro* utilizando un medio de cultivo convencional para PIV de embriones bovinos y medios de cultivo empleados para la PIV de embriones humanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los embriones fueron producidos según el protocolo descrito por Rivera *et al.* (2004), con excepción de que se utilizaron algunos medios diferentes a los mencionados por dichos autores. La solución Tyrode Modificada (Modified Tyrode solution) usada para preparar las soluciones TALP (Tyrode albumin lactate pyruvate) IVF-TALP y Sp (Sperm)-TALP, de acuerdo con Rivera *et al.* (2004), así como el medio optimizado simple de potasio (potassium simplex optimized medium; KSOM) fueron adquiridos de Caisson Laboratories Inc. (North Logan, EUA). Los medios fluido oviductal humano (HTF) modificado con y sin HEPES y con antibióticos (penicilina-estreptomicina 100 y 50 µg/mL) fueron obtenidos de In Vitro S.A. (Ciudad de México, México). La hormona foliculo estimulante (FSH; Folltropin®-V) fue obtenida de Bioniche Animal Health (Ontario, Canada). Los medios IVC-Two™ (InVitroCare®; bajo en glucosa, libre de fosfato, formulado con EDTA, taurina y glutatión y adicionado con glutamina estabilizada),

IVC-Three™ (InVitroCare®; libre de fosfato, con elevados niveles de glucosa, suplementado con aminoácidos esenciales y no esenciales, formulado con EDTA, glutatión y glutamina estabilizada) y la albúmina sérica humana (HSA) fueron adquiridos de InVitroCare, Inc. (Frederick, EUA). Se extrajo sangre de un bovino castrado para la obtención de suero de novillo, el cual fue procesado para desnaturalizar las proteínas y hacerlo apto para su uso en cultivo embrionario. Los demás reactivos fueron adquiridos de Sigma Aldrich Química (Toluca, México). El proceso de maduración, fertilización y cultivo de los embriones se realizó en una incubadora a una temperatura de 38.5°C en atmósfera de 5% de CO<sub>2</sub> en aire húmedo.

### Colección y maduración *in vitro* de ovocitos

Los ovarios fueron obtenidos de vacas Cebú sacrificadas en matadero. Inmediatamente después de su colección, los ovarios fueron colocados en un recipiente térmico con 1 L de solución salina estéril (0.9% [p/v] de NaCl) a 35-36°C suplementada con 100 UI/mL de penicilina G sódica y 1 mg/mL de estreptomina. Al finalizar la colección, los ovarios fueron enjuagados para eliminar la sangre y fueron transferidos a otro recipiente térmico con nueva solución salina con penicilina/estreptomina (35-36°C), donde fueron conservados para ser transportados al laboratorio (2 a 3 h después de su colección). Al llegar al laboratorio, los ovarios fueron lavados en solución salina a 38,5°C. Los CCO de los folículos ováricos de 3 a 7 mm de diámetro fueron aspirados con una aguja hipodérmica estéril calibre 18 unida a una jeringa desechable de 10 mL. El fluido folicular conteniendo los CCO fue transferido a una placa de Petri para seleccionar, bajo el estereomicroscopio (Leica Zoom 2000), sólo los ovocitos con al menos dos capas de células del *cumulus* intactas y con citoplasma granulado homogéneo. Los CCO seleccionados fueron colocados en el primer compartimiento de una placa de Petri de cuatro compartimientos (X-Plate™, BD Falcon™) conteniendo medio HTF-Hepes modificado con antibióticos (buffer HEPES 21 mM, bicarbonato de sodio 4 mM, sin albúmina humana fracción V, penicilina-estreptomina 100 UI/mL y 50 µg/mL). Los CCO fueron lavados dos veces transfiriéndolos entre los compartimientos restantes de la placa. Posteriormente, los CCO fueron transferidos a una placa de Petri conteniendo medio

de maduración de ovocitos (MMO) contentivo de HTF modificado con antibióticos (bicarbonato de sodio 25 mM, sin albúmina humana fracción V, penicilina-estreptomina 100 UI/mL y 50 µg/mL), suplementado con 10% (v/v) de suero de novillo (SN), 50 mg/mL de gentamicina, 20 mg/mL de FSH (Folltropin®-V), 1 mg/mL de estradiol, 0,2 mM de piruvato de sodio y 15 mg/mL de L-glutamina para un lavado final. Grupos de 10 a 20 CCO fueron transferidos a gotas de 50 µL de MMO cubiertas con aceite mineral, y fueron incubados durante 22 a 24 h. Cumplido este tiempo, la maduración de los ovocitos se determinó al evaluar el grado de expansión de las células del *cumulus* con un estereomicroscopio.

### Preparación del semen y fertilización *in vitro* (FIV)

Después de la maduración, los CCO fueron removidos de las gotas de maduración y lavados una vez en HTF-Hepes modificado con antibióticos y en IVF-TALP. Grupos de 20 a 30 CCO fueron transferidos a cada pozo de placas de cuatro pozos conteniendo 600 µL de IVF-TALP por pozo. Se descongelaron dos pajuelas de semen de dos diferentes toros de raza Holstein y el semen fue lavado por centrifugación mediante un gradiente de Percoll® (45%/90% [v/v]) a 1000 g por 10 min. El pellet de espermatozoides fue recuperado del fondo del tubo, diluido con 10 mL de Sp-TALP y centrifugado a 200 x g por 5 min. El sobrenadante fue desechado y el pellet fue resuspendido en 100 µL de IVF-TALP para obtener una concentración espermática de 2 x 10<sup>6</sup> espermatozoides/mL. A cada pozo conteniendo CCO maduros e IVF-TALP se le agregaron 25 µL de suspensión de espermatozoides (para una concentración final de 1 x 10<sup>6</sup> espermatozoides/mL) y 25 µL de PHE (2 mM de penicilamina, 1 mM de hipotaurina y 250 mM de epinefrina en 0.9% [p/v] de NaCl). Los ovocitos y los espermatozoides fueron coincubados por 20 a 24 h.

### Cultivo embrionario

Finalizado el período de incubación, los presuntos cigotos fueron removidos de los pozos de la placa de fertilización y denudados de las células del *cumulus* mediante aspiración repetida utilizando para ello, una pipeta con punta de 135 µm de diámetro. Los ovocitos libres de células del *cumulus* fueron lavados dos veces en HTF-Hepes modificado y fueron entonces

asignados para el cultivo en KSOM (Rivera *et al.*, 2004) o para el cultivo en medios utilizados para PIV de embriones humanos. El cultivo con KSOM se hizo de la siguiente manera: los presuntos cigotos se lavaron una vez en KSOM y fueron colocados en grupos de 20 a 30 en gotas de 50  $\mu$ L de KSOM suplementado con 3 mg/mL de albúmina sérica bovina esencialmente libre de ácidos grasos (EFAF-BSA), 0,5  $\mu$ g/mL de gentamicina y 25  $\mu$ L de aminoácidos no esenciales, cubiertas por aceite mineral y fueron cultivados durante 48 h. El día tres después de la FIV, los embriones fueron transferidos a gotas nuevas de 50  $\mu$ L de KSOM cubiertas por aceite mineral y fueron cultivados por 48 h. El día cinco después de la FIV, los embriones fueron transferidos a gotas nuevas de 50  $\mu$ L de KSOM suplementado con 5  $\mu$ L de SN a cada gota de cultivo; las gotas fueron cubiertas con aceite mineral y se incubaron durante 48 a 96 h.

El cultivo con medios utilizados para la PIV de embriones humanos se describe a continuación: los presuntos cigotos se lavaron una vez en HTF modificado y fueron colocados en grupos de 20 a 30 en gotas de 50  $\mu$ L de HTF modificado cubiertas con aceite mineral y cultivados por 48 h. El día tres después de la FIV, los embriones fueron transferidos a gotas de 50  $\mu$ L de IVC-Two suplementado con 10% de HSA, cubiertas con aceite mineral y cultivados por 48 h. El día cinco después de la FIV, los embriones fueron transferidos a gotas de 50  $\mu$ L de IVC-Three suplementado con 12% de HSA, cubiertas con aceite mineral y cultivadas por 48 a 96 h. Para ambos medios de cultivo, el día tres después de la FIV se determinó la tasa de división de los embriones y a los 7 a 9 días después de la FIV se evaluó el desarrollo embrionario a etapa de blastocisto usando un microscopio invertido (Olympus CKX31).

### Análisis estadístico

Las diferencias en las tasas de división y tasas de blastocistos para los medios de cultivo utilizados se analizaron usando la prueba de Chi cuadrado y la exacta de Fisher, disponibles en el paquete estadístico SAS (Cody y Smith, 1991). Se consideró una probabilidad de  $P < 0,05$  como estadísticamente significativa.

## RESULTADOS

En el presente estudio, la tasa de maduración *in vitro* (porcentaje de ovocitos con *cumulus* expandido

del total de ovocitos puestos a madurar) para ovocitos bovinos fue 89,7% (1.308 ovocitos madurados/1.458 ovocitos colectados). La tasa de división (porcentaje de embriones que alcanzaron el estadio de cuatro o más células del total de ovocitos fertilizados *in vitro*) fue 82,3% para ovocitos cultivados en KSOM y 80,1% para ovocitos cultivados en medio HTF modificado ( $P > 0,05$ ; Cuadro 1). La tasa de desarrollo de blastocistos (porcentaje de blastocistos obtenidos del total de ovocitos fertilizados *in vitro*) fue 31,6% para embriones cultivados en KSOM y 29,5% para embriones cultivados en HTF modificado / IVC-Two e IVC-Three ( $P > 0,05$ ; Cuadro 1).

## DISCUSIÓN

Los ovocitos bovinos inmaduros permanecen en profase meiótica I dentro de los folículos ováricos, pero cuando son removidos de éstos y cultivados *in vitro* bajo condiciones adecuadas, reanudan la meiosis espontáneamente y aproximadamente 90% de ellos alcanzan la etapa de metafase II (Watson *et al.*, 2000; Hashimoto *et al.*, 2002; Mucci *et al.*, 2006).

La completa maduración del ovocito implica no sólo la adquisición de competencia meiótica, sino también la maduración citoplasmática (Motlik y Fulka, 1986). La maduración del ovocito depende en gran parte de la presencia de las células del *cumulus* que lo rodean, las cuales llevan a cabo funciones nutritivas y reguladoras (Sutovsky *et al.*, 1993; Cetica *et al.*, 1999).

Algunos factores secretados por las células del *cumulus*, tales como glicosaminoglicanos y hormonas esteroideas, intervienen en la maduración citoplasmática (Dode y Graves, 2002). La expansión de las células del *cumulus* es necesaria para la fertilización y desarrollo embrionario temprano (Salustri *et al.*, 1996; Eppig, 2001).

La tasa de maduración *in vitro* de ovocitos bovinos obtenida en el presente estudio usando medio HTF modificado fue comparable a las tasas reportadas por diversos autores usando Medio de Cultivo Tisular 199 (TCM-199), las cuales variaron de 68 a 75% (De los Reyes *et al.*, 1999), 82 a 90% (Iwata *et al.*, 2004), 86% (Liu *et al.*, 2008) y 71% (Li *et al.*, 2009). La elección del medio de cultivo para la PIV de embriones bovinos depende de su eficiencia en la producción de blastocistos y de la competencia para el desarrollo que éstos muestren (Kuran *et al.*, 2002). Estudios

Cuadro 1. Tasas de división y desarrollo de blastocistos de ovocitos bovinos madurados, fertilizados y cultivados *in vitro* usando diferentes medios de cultivo.

Medio de cultivo	KSOM	HTF/IVC-Two/ IVC-Three
Ovocitos cultivados/ fertilizados <i>in vitro</i>	660/1.308	648/1.308
Tasa de división†, %	82,3a‡ (543/660)	80,1a (519/648)
Tasa de blastocistos§, %	31,6a (209/660)	29,5a (191/648)
Tasa de blastocistos¶, %	38,5a (209/543)	36,8a (191/519)

† Ovocitos divididos/ fertilizados.

‡ Letras iguales indican ausencia de diferencia estadística entre medias de una fila ( $P > 0,05$ ).

§ Blastocistos/ovocitos fertilizados.

¶ Blastocistos/embriones divididos.

realizados por Barnett y Bavister (1996) y Krisher *et al.* (1999) demostraron que el medio de cultivo puede afectar el metabolismo de los embriones resultantes.

En el presente estudio, las tasas de división y de desarrollo de blastocistos fueron similares para el cultivo en KSOM y para el cultivo en HTF/IVC-Two/ IVC-Three. En este sentido, Fernández *et al.* (2007) reportaron una tasa de fertilización de 72%, tasas de división de 27 a 38%, una tasa de desarrollo de mórulas de 13% y de desarrollo de blastocistos de 2,6%, utilizando como medio de cultivo HTF. Por su parte, Krisher *et al.* (1999) obtuvieron tasa de división de 85% para ovocitos cultivados tanto en medio de cultivo para embriones de hámster 6 (HECM-6), como en medio SOF y tasa de 84% para ovocitos cultivados en medio G1/G2. Estos mismos autores obtuvieron tasa de desarrollo de blastocistos de 45% en HECM6, 38% en SOF y 30% en G1/G2, del total de ovocitos fertilizados.

Utilizando como medio de cultivo el SOF, Boni *et al.* (1999) obtuvieron una tasa de división de 78% y una tasa de desarrollo de blastocistos de 28%. Kuran *et al.* (2002) reportaron tasas de división de 62 a 76% y de formación de blastocistos de 30 a 36% del total de embriones divididos. Stojkovic *et al.* (2002) indicaron una tasa de desarrollo de blastocistos de 9 a 17%; Palomares Naveda *et al.* (2004) obtuvieron tasas de división de 25 a 45% y de desarrollo a blastocistos de 11 a 35%; Lonergan *et al.* (2003b) reportaron tasa de división embrionaria de 81,4% y

tasa de producción de blastocistos de 20,9%; Iwata *et al.* (2004) reportaron tasas de división de 60 a 76% y tasas de desarrollo de blastocistos de 24 a 47%; Dhali *et al.* (2009) obtuvieron una tasa de división de 71% y de desarrollo de blastocistos de 29% y Li *et al.* (2009) reportaron una tasa de división de 70% y de desarrollo de blastocistos de 26%. Por otro lado, utilizando como medio de cultivo el CR1aa (medio CR1 adicionado con aminoácidos esenciales y no esenciales), Urrego *et al.* (2008) obtuvieron una tasa de división de 73% y de desarrollo de mórulas y blastocistos de 20%.

Sin embargo, de acuerdo con McEvoy *et al.* (2000), el alcanzar la etapa de blastocisto no garantiza que el embrión resulte apto para desarrollarse, por lo que es esencial, que los embriones que alcancen la etapa de blastocisto sean de la mejor calidad posible para asegurar óptimos porcentajes de gestación después de su transferencia (Lonergan *et al.*, 2003b). Es sabido que la calidad de los blastocistos PIV es menor a la de aquéllos producidos *in vivo*, ya que en comparación con éstos, los embriones PIV muestran diferencias ultraestructurales (Crosier *et al.*, 2001; Fair *et al.*, 2001) que pueden resultar del sistema de cultivo específico usado (Thompson, 1997; Abe *et al.*, 1999). Los efectos detrimentales del cultivo *in vitro* bajo condiciones subóptimas están mediados por modificaciones en la expresión genética del embrión. Estos efectos pueden expresarse como blastocistos incapaces de soportar la criopreservación o de mantener una gestación, así como la producción de crías de talla anormal, como ha sido observado en rumiantes (Young *et al.*, 1998) y

que se ha asociado directamente con el cultivo *in vitro* post-fertilización (McEvoy *et al.*, 1998). Lonergan *et al.* (2003b) indicaron una sensibilidad temporal de los embriones bovinos al ambiente de cultivo post-fertilización, manifestada en términos de calidad de los blastocistos producidos, concluyendo que el período de cultivo después de la fertilización (desde el día 1 al día 7) fue el más crítico para determinar la calidad del blastocisto.

En el presente estudio se pudo determinar que los medios de cultivo utilizados para PIV de embriones humanos fueron igualmente eficientes en la producción de blastocistos bovinos, que uno de los medios comúnmente utilizados para este fin. Esto representa una alternativa para la PIV de embriones bovinos en los casos en que se dificulta conseguir los medios que esta técnica requiere, ya que si se puede tener acceso a medios utilizados en reproducción asistida en humanos, éstos podrían emplearse para la PIV de embriones bovinos obteniendo una respuesta similar a la que se conseguiría con los medios comúnmente usados para esta especie.

### CONCLUSIONES

Las tasas de desarrollo *in vitro* de blastocistos bovinos fueron similares para los embriones cultivados en un medio convencional para PIV de embriones bovinos y para los embriones cultivados en medios utilizados para PIV de embriones humanos. Por lo tanto, éstos últimos podrían utilizarse como alternativa para la PIV de embriones bovinos.

### LITERATURA CITADA

- Abe H., S. Yamashita, T. Itoh, T. Satoh y H. Hoshi. 1999. Ultrastructure of bovine embryos developed from *in vitro*-matured and -fertilized oocytes: comparative morphological evaluation of embryos cultured either in serum-free medium or *in serum*-supplemented medium. *Mol. Reprod. Dev.*, 53(3): 325-335.
- Barnett D.K. y B.D. Bavister. 1996. What is the relationship between the metabolism of preimplantation embryos and their developmental competence? *Mol. Reprod. Dev.*, 43(1): 105-133.
- Blondin P., D. Bousquet, H. Twagiramungu, F. Barnes y M.A. Sirard. 2002. Manipulation of follicular developmental to produce developmentally competent bovine oocytes. *Biol. Reprod.*, 66: 38-43.
- Boni R., E. Tosti, S. Roviello y B. Dale. 1999. Intercellular communication in *in vivo*- and *in vitro*-produced bovine embryos. *Biol. Reprod.*, 61: 1050-1055.
- Calado A.M., E. Rocha, A. Colaço y M. Sousa. 2001. Stereologic characterization of bovine (*Bos taurus*) cumulus-oocyte complexes aspirated from small antral follicles during the diestrous phase. *Biol. Reprod.*, 65: 1383-1391.
- Cetica P., G. Dalvit y M. Beconi. 1999. Study of evaluation criteria used for *in vitro* bovine oocyte selection and maturation. *Biocell*, 23(1): 125-133.
- Cody R.P. y J.K. Smith. 1991. *Applied Statistics and the SAS Programming Language*. Prentice Hall. Englewood Cliff, EUA.
- Crosier A.E., P.W. Farin, M.J. Dykstra, J.E. Alexander y C.E. Farin. 2001. Ultrastructural morphometry of bovine blastocysts produced *in vivo* or *in vitro*. *Biol. Reprod.*, 64: 1375-1385.
- De los Reyes M., J.P. Aguayo, H. del Campo y C. Barros. 1999. Evaluación de ovocitos de vaca para maduración en cultivo. *Avan. Cien. Vet.*, 14(1-2): 42-53.
- Dhali A., V.M. Anchamparathy, S.P. Butler, R.E. Pearson y F.C. Gwazdauskas. 2009. *In vitro* development of bovine embryos cultured with stem cell factor or insulin-like growth factor-I following IVF with semen of two bulls having different field fertility. *Anim. Reprod. Sci.* (En prensa).
- Dode M.A. y C. Graves. 2002. Involvement of steroid hormones on *in vitro* maturation of pig oocytes. *Theriogenology*, 57(2): 811-821.
- Eppig J.J. 2001. Oocyte control of ovarian follicular development and function in mammals. *Reproduction*, 122: 829-838.
- Fair T., P. Lonergan, A. Dinnyes, D. Cottell, P. Hyttel, F. A. Ward y M.P. Boland. 2001. Ultrastructure of bovine blastocysts following cryopreservation: effect of method of embryo production on blastocyst quality. *Mol. Reprod. Dev.*, 58(2): 186-195.
- Fernández A., T. Díaz y G. Muñoz. 2007. Producción *in vitro* de embriones bovinos. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV*. 48(1): 51-60.
- Galli C., G. Crotti, C. Notari, P. Turini, R. Duchi y G. Lazzari. 2001. Embryo production by ovum pick up from live donors. *Theriogenology*,

- 55(6): 1341-1357.
- Galli C., R. Duchi, G. Crotti, N. Turini, N. Ponderato, S. Colleoni, I. Lagutina y G. Lazzari. 2003. Bovine embryo technologies. *Theriogenology*, 59(2): 599-616.
- Gardner D.K., M. Lane, A. Spitzer y P.A. Batt. 1994. Enhanced rates of cleavage and development for sheep zygotes cultured to the blastocyst stage *in vitro* in the absence of serum and somatic cells: amino acids, vitamins, and culturing embryos in groups stimulate development. *Biol. Reprod.*, 50: 390-400.
- Hashimoto S., N. Minami, R. Takakura y H. Imai. 2002. Bovine immature oocytes acquire developmental competence during meiotic arrest *in vitro*. *Biol. Reprod.*, 66: 1696-1701.
- Holm P., P.J. Booth, M.H. Schmidt, T. Greve y H. Callesen. 1999. High bovine blastocyst development in a static *in vitro* production system using SOF, a medium supplemented with sodium citrate and myo-inositol with or without serum-proteins. *Theriogenology*, 52(4): 683-700.
- Holm P., P.J. Booth y H. Callesen. 2002. Kinetics of early *in vitro* development of bovine *in vivo*- and *in vitro*-derived zygotes produced and/or cultured in chemically defined or serum-containing media. *Reproduction*, 123: 553-565.
- Iwata H., S. Hashimoto, M. Ohota, K. Kimura, K. Shibano y M. Miyake. 2004. Effects of follicle size and electrolytes and glucose in maturation medium on nuclear maturation and developmental competence of bovine oocytes. *Reproduction*, 127: 159-164.
- Krisher R.L., M. Lane y B.D. Bavister. 1999. Developmental competence and metabolism of bovine embryos cultured in semi-defined and defined culture media. *Biol. Reprod.*, 60: 1345-1352.
- Kubisch H.M., M.A. Larson, A.D. Ealy, C.N. Murphy y R.M. Roberts. 2001. Genetic and environmental determinants of interferon-tau secretion by *in vivo*- and *in vitro*-derived bovine blastocysts. *Anim. Reprod. Sci.*, 66(1-2): 1-13.
- Kuran M., J.J. Robinson, D.S. Brown y T.G. McEvoy. 2002. Development, amino acid utilization and cell allocation in bovine embryos after *in vitro* production in contrasting culture systems. *Reproduction*, 124: 155-165.
- Li H.J., D.J. Liu, M. Cang, L.M. Wang, M.Z. Jin, Y.Z. Ma y B. Shorgan. 2009. Early apoptosis is associated with improved developmental potential in bovine oocytes. *Anim. Reprod. Sci.*, 114(1-3): 89-98.
- Liu Z. y R.H. Foote. 1995. Development of bovine embryos in KSOM with added superoxide dismutase and taurine and with five and twenty-five percent O<sub>2</sub>. *Biol. Reprod.*, 53: 786-790.
- Liu Y., G.P. Li, L.F. Rickords, K.L. White, B.R. Sessions, K.I. Aston y T.D. Bunch. 2008. Effect of nicotine on *in vitro* maturation of bovine oocytes. *Anim. Reprod. Sci.*, 103(1-2): 13-24.
- Lonergan P., H. Khatir, F. Piumi, D. Rieger, P. Humblot y M.P. Boland. 1999. Effect of time interval from insemination to first cleavage on the developmental characteristics, sex and pregnancy rates following transfer of bovine preimplantation embryos. *J. Reprod. Fertil.*, 117: 159-167.
- Lonergan P., D. Rizos, A. Gutierrez Adan, T. Fair y M.P. Boland. 2003a. Oocyte and embryo quality: effect of origin, culture conditions and gene expression patterns. *Reprod. Dom. Anim.*, 38: 259-267.
- Lonergan P., D. Rizos, J. Kanka, L. Nemcova, A.M. Mbaye, M. Kingston, M. Wade, P. Duffy y M.P. Boland. 2003b. Temporal sensitivity of bovine embryos to culture environment after fertilization and the implications for blastocyst quality. *Reproduction*, 126: 337-346.
- Lonergan P., H.G. Pedersen, D. Rizos, T. Greve, P.D. Thomsen, T. Fair, A. Evans y M.P. Boland. 2004. Effect of the postfertilization culture environment on the incidence of chromosome aberrations in bovine blastocysts. *Biol. Reprod.*, 71: 1096-1100.
- Marquant Le Guienne B., C. Guyader Joly, S. Ponchon, N. Delalleau, B. Florin, P. Ede, C. Ponsart, B. Guerin y P. Humblot. 2001. Results of *in vitro* production in a commercial ovum pick-up program. *Theriogenology*, 55(1): 433-440.
- McEvoy T.G., K.D. Sinclair, P.J. Broadbent, K.L. Goodhand y J.J. Robinson. 1998. Post-natal growth and development of Simmental calves derived from *in vivo* or *in vitro* embryos. *Reprod. Fertil. Dev.*, 10(6): 459-464.
- McEvoy T.G., K.D. Sinclair, L.E. Young, I. Wilmut y J.J. Robinson. 2000. Large offspring syndrome and other consequences of ruminant embryo

- culture *in vitro*: Relevance to blastocyst culture in human ART. *Human Fert.*, 3(4): 238-246.
- Memili E. y N.L. First. 2000. Zygotic and embryonic gene expression in cow: A review of timing and mechanisms of early gene expression as compared with other species. *Zygote*, 8(1): 87-96.
- Motlik J. y J. Fulka. 1986. Factors affecting meiotic competence in pig oocytes. *Theriogenology*, 25(1): 87-96.
- Mucci N., J.F. Aller, G.G. Kaiser, F. Hozbor y R.H. Alberio. 2006. Producción *in vitro* de embriones bovinos: Suplementación de los medios de cultivo con suero. *Arch. Med. Vet.*, 38(2): 97-104.
- Palomares Naveda R., H. Hernández Fonseca, E. Soto Belloso, R. González Fernández, A. De Ondiz Sánchez, F. Perea Ganchou, S. Sirisathian y B. Brackett. 2004. Efecto del factor de crecimiento epidermal (EGF) durante la maduración de oocitos sobre la producción *in vitro* de embriones bovinos. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 14(2): 162-167.
- Rivera R.M., J.L. Edwards, A.D. Ealy, V.M. Monterroso, A.C. Majewski, C.M. Franco y P.J. Hansen. 2004. Procedures for *in vitro* production of bovine embryos. Dept. Animal Sciences, University of Florida. Gainesville, EUA.
- Rizos D., F. Ward, P. Duffy, M.P. Boland y P. Lonergan. 2002. Consequences of bovine oocyte maturation, fertilization or early embryo development *in vitro* versus *in vivo*: Implications for blastocyst yield and blastocyst quality. *Mol. Reprod. Dev.*, 61(2): 234-248.
- Rosenkrans C.F. Jr. y N.L. First. 1994. Effect of free amino acids and vitamins on cleavage and developmental rate of bovine zygotes *in vitro*. *J. Anim. Sci.*, 72(2): 434-437.
- Salustri A., A. Camaioni y C. D'Alessandris. 1996. Endocrine and paracrine regulation of cumulus expansion. *Zygote*, 4(4): 313-315.
- Stojkovic M., S. Kölle, S. Peinl, P. Stojkovic, V. Zakhartchenko, J.G. Thompson, H. Wenigerkind, H.D. Reichenbach, F. Sinowatz y E. Wolf. 2002. Effects of high concentrations of hyaluronan in culture medium on development and survival rates of fresh and frozen-thawed bovine embryos produced *in vitro*. *Reproduction*, 124: 141-153.
- Sutovsky P., J. Fléchon, B. Fléchon, J. Motlik, N. Peynot, P. Chesné e Y. Heyman. 1993. Dynamic changes of gap junctions and cytoskeleton during *in vitro* culture of cattle oocyte cumulus complexes. *Biol. Reprod.*, 49: 1277-1287.
- Thompson J.G. 1997. Comparison between *in vivo*-derived and *in vitro*-produced pre-elongation embryos from domestic ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.*, 9(3): 341-354.
- Urrego R., A. Tarazona, M. Olivera Ángel y O. Camargo. 2008. Simplificación de la fertilización de ovocitos durante la producción *in vitro* de embriones bovinos. *Rev. Col. Cien. Pec.*, 21(3): 398-405.
- Watanabe Y.F., A. Dayan, F.V. Meirelles y M.R. Watanabe. 2001. Pre and post implantation development of IVP bovine embryos. *Theriogenology*, 55(1): 441-448.
- Watson A.J. 1992. The cell biology of blastocyst development. *Mol. Reprod. Dev.*, 33(4): 492-504.
- Watson A.J., P. De Sousa, A. Caveney, L.C. Barcroft, D. Natale, J. Urquhart y M.E. Westhusin. 2000. Impact of bovine oocyte maturation media on oocyte transcript levels, blastocyst development, cell number, and apoptosis. *Biol. Reprod.*, 62: 355-364.
- Young L.E., K.D. Sinclair e I. Wilmut. 1998. Large offspring syndrome in cattle and sheep. *Rev. Reprod.*, 3(3): 155-163.

## **Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales**

Alejandro Salvador<sup>1\*</sup>, Carlos Alvarado<sup>1</sup>, Ignacio Contreras Solis<sup>1</sup>, Ricardo Betancourt<sup>1</sup>, Jorge Gallo<sup>2</sup> y Allan Caigua<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Dep. Producción e Industria Animal. Apartado postal 4563. Maracay 2101. Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: salex\_77@cantv.net

<sup>2</sup>Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia.

---

### **RESUMEN**

Para evaluar el efecto del consumo de un suplemento de grasa sobrepasante y del número de partos se evaluaron 31 cabras de alto mestizaje (5/8 a 3/4) ubicadas en Maracay, Venezuela. Se evaluó la producción de leche durante una lactancia, días en lactancia, características y componentes de la leche, los cambios de peso, condición corporal, triglicéridos y colesterol sanguíneos. Se utilizaron modelos estadísticos lineales aditivos con medidas repetidas en el tiempo mediante Proc GLM y una prueba de Tukey para detectar diferencias significativas. Se apreció un efecto altamente significativo ( $P<0,01$ ) del tratamiento y número de partos sobre la producción total y una tendencia del tratamiento sobre la duración de la lactancia. Ni el tratamiento ni el número de partos afectaron las características físicas de la leche, pero el tratamiento tuvo un efecto significativo ( $P<0,01$ ) aumentando todos los componentes de la leche en forma beneficiosa. El tratamiento no tuvo un efecto significativo sobre el peso, condición corporal y consumo voluntario. El número de partos tuvo un efecto significativo ( $P<0,01$ ) sobre los componentes de la leche y el peso corporal aumentando hasta la cuarta lactancia. No hubo un efecto significativo ni del tratamiento ni del número de parto sobre los niveles de colesterol ni triglicéridos sanguíneos. Tampoco existió una correlación significativa entre ambos metabolitos entre si ni con la producción de leche, componentes de la leche, peso o condición corporal. Los resultados indican que la inclusión de un suplemento de grasa sobrepasante en la ración tiene un efecto beneficioso.

*Palabras clave:* cabras, grasa sobrepasante, producción de leche, composición de leche.

---

### **Effect of protected fat on production and composition of goat milk under tropical conditions**

#### **ABSTRACT**

Effects of supplementation with protected fat and parity on goat milk production and composition were determined with 31 crossbreed Canarias goats located in Maracay, Venezuela. Also, effects on body weight changes, body condition, and blood triglycerides and cholesterol concentrations were evaluated. Additive linear statistical models with repeated measures of time with Proc GLM were used and Tukey test to detect significant differences. The treatment and the calving number had a highly significant effect ( $P<0.01$ ) over the total production. Goat receiving diets with protected fat showed the longest lactation. Neither treatment nor parity affected milk physical characteristics, but the treatment did increase significantly ( $P<0.01$ ) all milk components in a profitable way. Treatment had no significant effect on body weight, body condition or voluntary consumption. The calving number had a significant effect ( $P<0.01$ ) on the milk components and body weight, all of them increased accordingly up to the 4<sup>th</sup> calving number. Neither treatment nor parity had a significant effect on blood cholesterol or triglyceride concentrations. There were not significant correlations between blood cholesterol and triglyceride levels or between milk production, milk component levels, body weight or body condition.

*Keywords:* milk composition, milk yield, protected fat, goat.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción con caprinos en Venezuela son predominantemente (94%) extensivos con producciones de leche muy bajas, básicamente para autoconsumo. Se caracterizan por la utilización de cabras principalmente del tipo Criollo, ausencia de prácticas racionales de manejo de los rebaños, pastoreo en vegetación natural y muy baja productividad de los rebaños (producciones de carne en el orden de los 6 kg/canal, en cabritones de 5 a 6 meses de edad y de 200 a 250 g de leche por día en lactancias que no sobrepasan los 100 días), propios de la zona semiáridas (Blanchard, 2001).

Sin embargo, aunque la mayoría de las explotaciones de caprinos en Venezuela sean de tipo extensivo, esta especie tiene un gran potencial productivo y social en la población, ya que puede utilizar ecosistemas no útiles para otras especies domésticas (ecosistemas áridos y semiáridos), tiene la posibilidad de tener un mayor número de animales por unidad de área que otras especies, un corto intervalo generacional y una elevada prolificidad. Además, el valor agregado de los productos derivados (principalmente quesos) y mayor digestibilidad de la leche en pacientes que no toleran la leche de vaca por alergia a sus proteínas o el tamaño de sus glóbulos de grasa (Infante *et al.*, 2003) hace que la explotación de esta especie sea atractiva para el productor y sus productos derivados sean muy apreciados y cotizados en nuestras condiciones.

Lo anteriormente expuesto genera la necesidad de mejorar la eficiencia de los sistemas de producción y buscar tecnologías que optimicen el uso de los recursos. En este orden de ideas, la utilización de fuentes nutricionales no tradicionales como la grasa sobrepasante se presenta como una alternativa para mejorar la producción y la eficiencia de esta especie (Soares, 1986; Sanz Sampelayo *et al.*, 2000; 2004). Por su alto valor energético (6 Mcal EN/kg MS), la inclusión de lípidos en las raciones de rumiantes lecheros permite mejorar la formulación, aumentar la densidad energética de la ración y aportar ácidos grasos preformados que pasen en parte a la leche (Palmquist, 1996).

Los jabones cálcicos de ácidos grasos de aceite de palma son una fuente de grasa protegida en la fabricación de raciones para rumiantes. Son una combinación de ácidos grasos y calcio que se encuentran unidos entre sí para formar una sal, cuyo

punto de fusión está por encima de 50°C y su solubilidad a pH inferior a 5,5. Estos jabones no interfieren en el metabolismo del rumen, son insolubles en el rumen, resisten el ataque microbiano, no recubren la fibra, ni inhiben la acción de los microorganismos, ni reducen la digestión de la fibra. Una vez que llegan al abomaso son hidrolizados y los ácidos grasos y el calcio libre son absorbidos en el intestino (Sanz Sampelayo *et al.*, 2002a)

En el caso concreto de las cabras lecheras, la utilización de diversos suplementos lipídicos como los jabones cálcicos (grasa sobrepasante) han permitido obtener mayores rendimientos lecheros con mayor porcentaje de grasa de la leche y al mismo tiempo se han observado cambios en el perfil de ácidos grasos de la misma (Sanz Sampelayo *et al.*, 2002b).

Por lo expuesto anteriormente se planteó como objetivo determinar el efecto de la grasa sobrepasante sobre algunos parámetros productivos, características físico químicas de la leche y parámetros bioquímicos, así como correlacionar los niveles de colesterol y triglicéridos sanguíneos con algunas características productivas y composición de la leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 277 muestras pertenecientes a las lactancias de 31 cabras mestizas Canarias, entre uno y cuatro partos (15 en el grupo tratamiento y 16 en el grupo control), pertenecientes a la Unidad Experimental de Producción Caprina (10°16'25,30" N, 67°36'55,99" O) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Aragua, Venezuela.

La leche procedió de cabras mestizas Canarias 3/4 y 5/8, las cuales fueron sometidas al mismo manejo zootécnico y sanitario. Por existir temporada de servicios todos los partos ocurrieron en el mismo mes, siendo alimentadas *ad libitum* con heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y 200 g de alimento concentrado comercial (Cuadro 1). El grupo tratamiento consumió 80 g/d de grasa sobrepasante en polvo Energras®. Sus características nutricionales y fisicoquímicas se detallan en el Cuadro 2. El valor energético de las raciones fue 2,82 y 2,53 Mcal ED/kg MS para el tratamiento y control, respectivamente.

Los animales se mantuvieron en confinamiento en corrales de 64 m<sup>2</sup> durante todo el ensayo. Se ordeñaron

una vez al día y fueron sometidas a un régimen de amamantamiento restringido, ordeñándose a las 8:00 am a fondo, permaneciendo con sus crías desde el ordeño hasta las 4:00 pm cuando se separaron hasta el próximo ordeño. Los animales se pesaron y se evaluó la condición corporal al momento del parto y con intervalos bimensuales durante la lactancia. El peso se realizó mediante un peso de reloj y la evaluación de la condición corporal se utilizó el método descrito por Salvador (2007a).

Se determinó el consumo voluntario de forraje, alimento concentrado y suplemento grasa sobrepasante por animal pesando lo ofrecido y restándole al día siguiente lo rechazado, previamente a la incorporación del nuevo alimento ofrecido en cada tratamiento (consumo de grasa sobrepasante y control) y dividiéndolo entre el número de animales de cada grupo para obtener el promedio por animal.

Se tomó una muestra de 300 mL de leche homogénea (una vez medida la producción total de ese día) de cada cabra, una vez cada 15 días durante los primeros tres meses y luego una vez al mes durante el resto de su lactancia y se analizaron individualmente en el laboratorio de la Planta de Lácteos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela.

Para caracterizar las muestras de leche se utilizaron las siguientes metodologías de análisis químicos:

#### **Acidez titulable**

Se utilizó el método descrito por la norma COVENIN 658-97 (Fondonorma, 1997).

#### **pH**

Se utilizó el método potenciométrico (AOAC, 1990). Se utilizó el pHmetro marca Orión modelo SA520.

#### **Punto crioscópico**

El punto crioscópico (°H) se determinó con un crioscopio (Advanced DigiMatic Milk 4D2, Needham Heights, EUA). Se transfirieron 2 mL de la muestra homogeneizada a un tubo de ensayo y se colocó en el equipo para iniciar el enfriamiento. El electrodo detecta el punto de congelación según COVENIN 940-82 (Fondonorma 1982).

#### **Wisconsin mastitis test**

Se determinó el valor de WMT por el método descrito por AOAC (1990), el cual expresa los resultados en milímetros. El standard de WMT por la norma COVENIN 903-93 debe ser negativa (menos de 24 mm).

#### **Grasa**

Se utilizó la metodología de Babcock, descrita en la norma de COVENIN 931-77 (Fondonorma, 1977). Los resultados se expresan en porcentaje p/p. Se transfirieron 17,6 mL de la muestra homogeneizada a un butirómetro para leche fluida. Se añadieron 17,5 mL de ácido sulfúrico, se agitaron manualmente hasta que desaparecieron todas las trazas de coágulos y se centrifugó por 5 min. Luego se añadió agua a 60°C hasta el borde inferior de la columna del butirómetro, se centrifugó por 2 min, se añadió otra cantidad de agua a 60°C hasta llenar la columna y se centrifugó por 1 min. El contenido de grasa se midió directamente en la escala impresa en el cuello del butirómetro.

#### **Caseína**

Se determinó valor (%) de caseína usando la técnica de titulación con formol de Walter, basada en la reacción Schiff y Sorensen descrita por Alvarado (2001).

#### **Cloruros**

Se determinó el valor (%) de cloruros por la técnica culombimétrica, según AOAC (1990). Se utilizó un Chloride Meter (Jenway Ltd., Inglaterra) calibrado a 100 µl.

#### **Proteína total**

Se siguió el método de Kjeldhal descrito en la norma COVENIN 370-97 (Fondonorma, 1997) y AOAC (1990). El procedimiento consistió en carbonizar y deshidratar la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico, en presencia de selenio como catalizador. La mezcla producto de la digestión en la que se ha formado sulfato de amonio se hizo reaccionar con una solución concentrada de NaOH (50%) provocando el desplazamiento del amoníaco formado, el cual se destiló por corriente de vapor y se recogió en una solución de ácido bórico (liquido receptor). Luego el nitrógeno se tituló con una solución estándar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N y finalmente se realizaron los cálculos.

Cuadro 1. Composición química de la ración suministrada a los animales. Alim. Conc: alimento concentrado. MS: materia seca. Hum: humedad. Cen: ceniza. PC: proteína cruda. FC: fibra cruda. EE: extracto etéreo. FDN: fibra digestible neutra. FDA fibra digestible acida. Lig: lignina. Cel: celulosa. Hemicel: hemicelulosa.

	MS	Hum	Cen	PC	FC	EE	FDN	FDA	Lig	Cel	Hemicel
	----- % -----										
Heno bermuda	91,87	8,13	8,60	8,37	30,51	2,52	77,39	38,59	7,13	28,55	38,86
Alim. Conc.	91,95	8,05	13,03	18,16	10,92	5,00	33,01	16,84	3,73	10,72	16,17

Fuente: Nutribasicos de Venezuela C. A.

Cuadro 2. Composición nutricional y parámetros físico químicos de la grasa sobrepasante.

Parámetro	Especificación
<u>Composición nutricional ácidos grasos</u>	
Grasa total, %	Mínimo 73
Energía bruta, Kcal/kg	Mínimo 7.000
Ácido linoleico, %	Mínimo 17
Ácido palmitito, %	Máximo 45
Ácido oleico, %	Mínimo 30
Ácido linolenico, %	Mínimo 0,5
Ácido esteárico, %	Máximo 5
Cenizas, %	Máximo 18
Calcio, %	Máximo 15
Relación Insaturados: Saturados	2,33 : 1
<u>Parámetros de calidad (físico – químicos)</u>	
Humedad	Máximo 5
Índice de peróxidos, meq/kg	Máximo 3-7
Índice de yodo, %	55 - 60
Materia insaponificable, %	< 5
Solubilidad a pH 2,1	6 - 10
Acidez, %	Máximo 2
Punto de fusión, °C	>105
Impurezas	Libre de residuos, sedimentos y partículas sólidas que no sean características del producto.
AGL, %	Máximo 50
Índice de saponificación, %	Máximo 5
Color	Característico crema claro a medio
Olor	Característico a grasa, sin olor a rancio
Calidad toxicología (fosforados, clorados, etc)	Ausente
Microorganismos patógenos	Ausente

Fuente: Nutribasicos de Venezuela C. A.

Los resultados se expresaron como porcentaje de proteína, multiplicando los mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (convertidos a mL de N) por 6,38.

### Sólidos totales

El contenido de sólidos totales se determinó gravimétricamente, según metodología descrita en la norma COVENIN 932-82 (Fondonorma, 1982). Para efectuar la prueba se tomaron 10 mL de leche, se concentraron y luego se colocaron en una estufa a 100°C por 4 h hasta peso constante.

### Humedad

El valor (%) de humedad se determinó por diferencia entre el 100% y el porcentaje de sólidos totales.

### Cenizas

Las cenizas (% p/v) se cuantificaron mediante incineración en mufla, según metodología de la AOAC (1990). Con la muestra seca de la determinación de sólidos totales se llevó la cápsula a la mufla a 550°C hasta que las cenizas formaron un color blanco. Se enfriaron en desecador y se pesaron hasta obtener un peso constante.

### Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos se calcularon por diferencia entre los sólidos totales y el porcentaje de grasa (AOAC, 1990).

### Metabolitos

Se tomaron muestras de sangre de la vena yugular a cada animal 24 días antes del parto, 96, 190 y 262 días de lactancia en promedio, usando tubos de 10 mL sin anticoagulante (tapa roja). Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiental y protegidas de la luz solar hasta la formación del coágulo; posteriormente se separó el mismo de la pared del tubo mediante una varilla de cristal y fueron centrifugadas (5.000 g durante 10 min) para la obtención del suero. El suero obtenido fue almacenado a -20°C, hasta el momento de la determinación de las concentraciones de los metabolitos.

La determinación de colesterol y triglicéridos se obtuvo mediante el uso de los kits suministrados por Bioscience para la cuantificación de colesterol enzimático en suero mediante el método calorímetro

CHOD-PAP (Richterich y Colombo, 1983) y por el método calorimétrico G. P. O. TRINDER 1350 (Trinder, 1969), respectivamente.

### Análisis estadístico

En 277 muestras de cada una de 31 lactancias del rebaño de caprinos de la Unidad Experimental se estimó el efecto de la grasa sobrepasante sobre la producción total de leche, días en lactancia, peso corporal, condición corporal, nivel de colesterol y triglicéridos y composición y características de la leche utilizando un modelo estadístico lineal aditivo con medidas repetidas en el tiempo. Se utilizó el Proc MANOVA y una prueba de Tukey donde se obtuvieron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS (SAS, 1992). El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + NP_j + \epsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ij}$  = variable a estimar,

$\mu$  = media de la población,

$T_i$  = efecto de la grasa sobrepasante (i),

$NP_j$  = efecto del número de parto (j) y

$\epsilon_{ij}$  = residual, NIID (0,  $\sigma^2$ ).

Se determinó el efecto de la grasa sobrepasante sobre el consumo por medio de un modelo estadístico lineal aditivo. Se utilizó el Proc GLM y una prueba de Tukey donde se obtuvieron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS (SAS, 1992). El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + DL_j + \epsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ij}$  = consumo de heno,

$\mu$  = media de la población,

$T_i$  = efecto de la grasa sobrepasante (i),

$DL_j$  = covariable efecto del día de lactancia (j) y

$\epsilon_{ij}$  = residual, NIID (0,  $\sigma^2$ )

Se correlacionaron los niveles de metabolitos y hormonas en sangre con producción, cantidad de grasa en leche, peso y condición corporal de las cabras por el método de Pearson con el paquete estadístico SAS (SAS, 1992).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción total de leche y días en lactancia

En el Cuadro 3 se muestran las medias y error estándar de los efectos tratamiento y número de parto sobre los días en lactancia y producción de leche total. Aunque no se observó un efecto significativo del número de parto sobre los días en lactancia si se pudo observar una tendencia del efecto tratamiento a favor de las cabras que consumieron grasa sobrepasante en relación al grupo control; sus lactancias duraron un promedio de 43,8 días adicionales.

Hubo un efecto significativo ( $P<0,01$ ) del tratamiento y del número de parto sobre la producción total de leche. Las cabras que consumieron grasa sobrepasante produjeron 29,4% más leche que las del grupo control, tal como se observa en la Figura 1, lo cual concuerda con los trabajos previos de Chilliard *et al.* (2003) y Jimeno *et al.* (2003) quienes señalaron que dietas ricas en energía por la adición de grasa y, más aun si son de sobrepaso, incrementan la producción de leche. Esto representa un beneficio importante para el productor ya que se obtiene una mayor producción por día y total por lactancia.

La producción de leche fue mayor a medida que aumentó el número de partos, siendo mayor en las cabras de cuatro partos. Esto se debe a que en los primeros partos en la vida de un animal, este se encuentra en periodo de crecimiento todavía por lo que necesita desviar nutrientes para sus requerimientos para crecimiento en lugar de para la producción de leche y reproducción. A partir del quinto parto empieza a descender nuevamente la producción de leche por desgaste fisiológico del animal (Milerski y Mareš, 2001; Salvador, 2007b).

### Características y composición de la leche

En el Cuadro 3 se observa el efecto del consumo de grasa sobrepasante y el número de partos sobre las características físicas y composición de la leche. Se aprecia que no hubo diferencias significativas tanto del efecto del consumo de grasa como del número de partos sobre las características de la leche como la acidez, cloruros, crioscopia y pH, lo que indica que el uso de la grasa sobrepasante no altero o afectó dichas características y por ende, la calidad de la leche y rendimiento quesero.

Se aprecia un efecto altamente significativo ( $P<0,01$ ) del tratamiento sobre todos los componentes de la leche a favor de las cabras que consumieron grasa sobrepasante. Cabe mencionar que las cabras que consumieron grasa sobrepasante presentaron 41,0 y 31,2% más de grasa y proteína por lactancia, respectivamente, lo cual favoreció el rendimiento quesero, dándole mayor valor agregado a la leche, beneficiando económicamente al productor. Chilliard *et al.* (2003) señalaron que el efecto de suplementar la dieta de cabras lecheras con grasas sobre el contenido proteico en la leche es altamente variable, pero siempre positivo.

En las Figuras 2 y 3 se observa el efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el promedio de grasa y proteína, respectivamente, a lo largo de la lactancia. Se puede observar mayor diferencia a favor de los animales que consumieron grasa sobrepasante en el contenido de grasa de la leche que en el porcentaje de proteína, ya que estos dos componentes están altamente correlacionados, siempre con valores superiores del porcentaje de grasa sobre el de proteína (Salvador, 2007b), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Jimeno *et al.* (2003) y Sanz Sampelayo *et al.* (2004).

También se distingue en el Cuadro 3 un efecto altamente significativo ( $P<0,01$ ) del número de partos sobre todos los componentes de la leche, aumentando la cantidad de grasa, proteína, caseína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos a medida que aumenta el número de partos, siendo el mejor parto el número cuarto, al igual y mismas razones que ocurre con la producción de leche total y los días en lactancia, tal y como lo reportan Browning *et al.* (1995).

### Peso y condición corporal

En el Cuadro 4 se observa el efecto del consumo de grasa sobrepasante y el número de partos sobre los cambios de peso y la condición corporal. No hubo efecto significativo del consumo de grasa sobrepasante sobre el peso ni la condición corporal (salvo a los cuatro meses del parto) de las cabras a lo largo de la lactancia.

Igualmente, se observan los cambios normales de disminución de peso típico a los dos meses del parto por efecto de la mayor producción de leche en esa etapa, y posterior recuperación del mismo. Sin embargo, existe una tendencia a recuperar el peso y

Cuadro 3. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GS) y del número de parto sobre la producción de leche, los días en lactancia y las características y composición de la leche de cabras mestizas Canarias.

	Tratamiento		Número de parto					Sig.	
	Con GS	Sin GS	1	2	3	4	5		
Producción de leche, kg	274,4±18,5	193,6±17,9	**	113,2b†±20,7	177,0ab ±25,3	268,7a±27,1	273,4a±71,7	237,8ab±41,4	**
Días en lactancia	272,6±15,9	228,8±15,4	NS	199,1±17,7	236,9±21,7	261,9±23,3	296,9±61,5	258,9±35,3	NS
<u>Características de la leche</u>									
Acidez	18,97±0,55	18,21±0,57	NS	18,36±0,71	18,44±0,71	18,68±0,80	17,17±2,14	20,29±1,23	NS
Cloruros, %	0,20±0,004	0,21±0,004	NS	0,20±0,005	0,21±0,005	0,21±0,006	0,20±0,01	0,20±0,009	NS
Crioscopia	-0,57±0,001	-0,56±0,001	NS	-0,57±0,001	-0,56±0,001	-0,56±0,001	-0,57±0,004	-0,57±0,002	NS
pH	6,43±0,01	6,44±0,01	NS	6,42±0,01	6,39±0,01	6,46±0,02	6,48±0,05	6,44±0,03	NS
<u>Composición de la leche</u>									
Grasa, kg/lact	13,83a±1,02	8,16b±1,05	**	6,99±1,32	7,78±1,32	11,67±1,49	15,80±3,96	12,75±2,28	*
Proteína, kg/lact	11,29a±0,67	7,76b±0,69	**	5,76b±0,87	6,53b±0,87	9,90ab±0,98	14,89a±2,61	10,57ab±1,50	**
Caseína, kg/lact	7,59a±0,44	5,19b±0,46	**	3,73c±0,57	4,35bc±0,57	6,78abc±0,65	10,06a±1,72	7,04abc±0,99	**
Ceniza, kg/lact	2,12a±0,14	1,49b±0,14	**	1,06b±0,18	1,25b±0,18	1,93ab±0,20	2,86a±0,55	1,94ab±0,31	**
Lactosa, kg/lact	12,44a±0,80	8,99b±0,83	**	6,02c±1,03	7,27bc±1,03	11,29ab±1,17	18,33a±3,10	10,65abc±1,79	**
SNG‡: kg/lact	25,86a±1,59	18,25b±1,65	**	12,84c±2,05	15,06bc±2,05	23,14ab±2,33	36,08a±6,17	23,17abc±3,56	**
Sólidos, kg/lact	39,70a±2,56	26,41b±2,65	**	19,83b±3,31	22,84b±3,31	34,81ab±3,75	51,89a±9,93	35,92ab±5,73	**

† Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias. \* = P&lt;0,05, \*\* = P&lt;0,01. NS = no significativo.

‡ SNG: Sólidos no grasos.

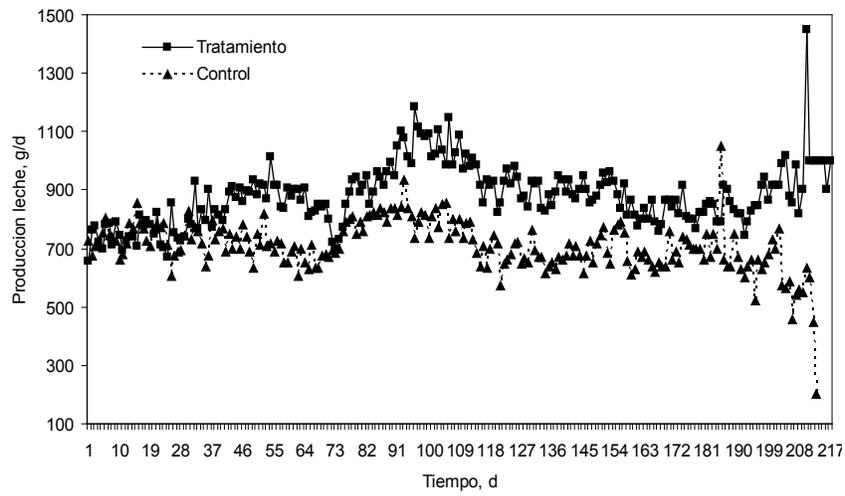


Figura 1. Producción de leche (g) promedio por día por tratamiento en cabras lecheras con y sin consumo de grasa sobrepasante “Energras”.

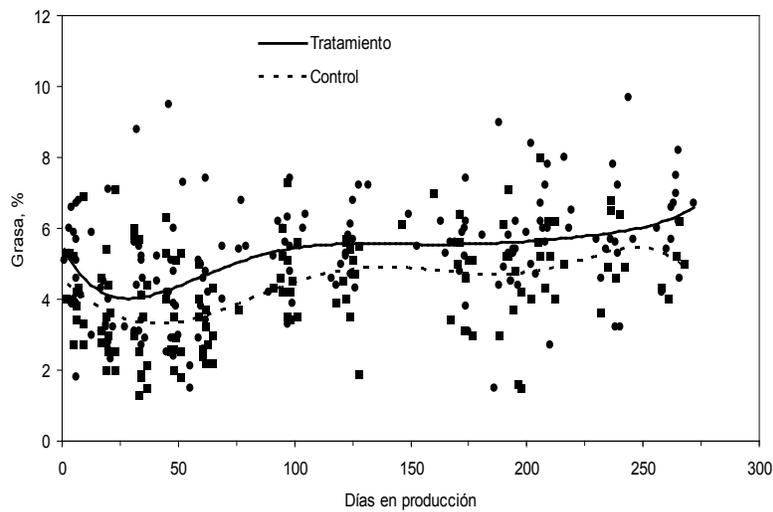


Figura 2. Efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el promedio de grasa en cabras mestizas Canarias.

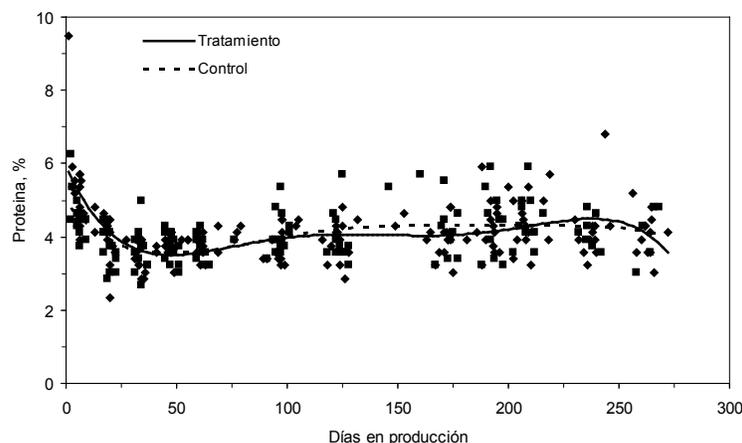


Figura 3. Efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el promedio de proteína en cabras mestizas Canarias.

la condición corporal más rápidamente en las cabras que consumieron grasa sobrepasante, probablemente porque al tener un mayor aporte energético al inicio de la lactancia, estas cabras no tuvieron que movilizar tanta grasa corporal a pesar de su aumento de producción (Morand Fehr, 2005; Sanz Sampelayo *et al.*, 2007).

El número de partos tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre el peso corporal de las cabras a favor de las cabras con un mayor número de partos. Sin embargo, estos mismos grupos tuvieron las mayores variaciones de peso durante la lactancia.

### Consumo voluntario

No se observaron diferencias significativas en el consumo voluntario de alimento en ninguno de los componentes de la dieta, entre el grupo tratamiento y el control, ya que en ambos grupos hubo un consumo del 100% de los 200 g de alimento balanceado durante toda la lactancia. En el consumo de heno de paso bermuda (*Cynodon dactylon*) que se ofreció *ad libitum* hubo una media de consumo de  $0,85 \pm 0,02$  kg y  $0,83 \pm 0,02$  kg ( $P > 0,05$ ) para el grupo tratamiento y control, respectivamente. Estos resultados concuerdan

con los reportados por Teh *et al.* (1994), González y Bas (2002) y Sanz Sampelayo *et al.* (2002a).

En la Figura 4 se observa el consumo de heno con un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) de los días de lactancia, observándose mayor consumo inmediatamente posterior al pico de lactancia y disminuyendo a medida que disminuye la producción de leche, coincidiendo con lo reportado por Jimeno *et al.* (2003) que señalan que el nivel más bajo de consumo es una semana antes del parto. El consumo voluntario aumentó después del parto hasta el máximo consumo hacia las 6 a 10 semanas; sin embargo, este crecimiento no fue lineal. Posterior al pico de leche, el consumo disminuyó linealmente a medida que disminuyó la producción lechera.

Con respecto al consumo de 80 g de grasa sobrepasante en el grupo Tratamiento fue del 100% sin rechazo de la misma.

### Triglicéridos y colesterol

En el Cuadro 5 se observa el efecto del consumo de grasa sobrepasante y del número de parto sobre los metabolitos sanguíneos triglicéridos y colesterol a lo largo de la lactancia de cabras mestizas Canarias.

Cuadro 4. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GS) y del número de parto sobre los cambios de peso y condición corporal a lo largo de la lactancia de cabras mestizas Canarias.

Peso, kg	Tratamiento		Número de parto					Sig.
	Con GS	Sin GS	1	2	3	4	5	
al parto	51,97±2,02	49,79±2,09	34,88c†±2,61	42,21bc±2,61	52,13ab±2,96	72,06a±7,83	53,02ab±4,52	**
2 meses	48,38±2,40	42,31±2,40	32,67b±3,39	44,75ab±2,94	42,32ab±3,39	65,03a±5,88	41,96ab±5,88	*
4 meses	47,98±1,78	44,40±1,78	32,69c±2,22	37,91bc±2,22	46,66ab±2,72	64,79a±6,66	48,93ab±3,84	**
6 meses	43,27±1,48	41,86±1,54	31,44c±1,92	36,15bc±1,92	43,25ab±2,18	56,70a±5,76	45,23ab±3,33	**
8 meses	46,61±1,57	43,83±1,57	33,95c±1,96	39,56bc±2,08	44,08ab±2,22	59,39a±5,89	49,13ab±3,40	**
10 meses	48,19±1,50	45,06±1,56	35,35c±1,99	42,12bc±1,99	46,56ab±2,13	61,56a±5,64	47,52ab±3,26	**
<u>Condición corporal</u>								
al parto	3,33±0,13	3,55±0,13	3,34±0,17	3,29±0,17	3,58±0,19	3,88±0,51	3,12±0,29	NS
2 meses	2,52±0,16	2,54±0,16	2,58±0,23	2,43±0,20	2,66±0,23	2,99±0,40	2,00±0,40	NS
4 meses	3,39±0,13	2,95±0,14	3,12±0,17	3,28±0,17	3,18±0,19	3,21±0,52	3,07±0,30	NS
6 meses	3,41±0,08	3,23±0,08	3,56±0,10	3,51±0,11	3,23±0,12	3,09±0,32	3,23±0,18	NS
8 meses	3,70±0,05	3,64±0,05	3,77±0,06	3,75±0,06	3,63±0,07	3,52±0,19	3,67±0,11	NS
10 meses	3,76±0,05	3,80±0,06	3,87±0,07	3,82±0,07	3,77±0,08	3,78±0,23	3,66±0,13	NS

† Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias. \* =  $P < 0,05$ , \*\* =  $P < 0,01$ .

Cuadro 5. Efecto del consumo de grasa sobrepasante (GS) y del número de parto sobre los contenidos de triglicéridos y colesterol a lo largo de la lactancia (días) de cabras mestizas Canarias.

	Tratamiento		Número de parto					Sig.
	Con GS	Sin GS	1	2	3	4	5	
<b>Triglicéridos, mmol/L</b>								
-24 días	38,95±27,70	42,15±23,99	NS	60,50±33,93	45,00±27,70	20,00±47,98	36,70±47,98	NS
96	23,31±3,32	17,18±3,03	NS	17,38±4,29	15,31±3,71	20,46±7,43	23,63±7,43	NS
190	25,88±4,30	22,01±4,30	NS	22,67±6,08	21,43±5,27	28,63±10,54	20,46±10,54	NS
262	22,98±2,34	25,21±2,14	NS	20,76±3,03	19,53±2,62	32,78±5,25	26,41±5,25	NS
<b>Colesterol, mmol/L</b>								
-24 días	134,54±16,00	107,44±13,85	NS	130,10±19,59	123,95±16,00	131,55±27,71	98,35±27,71	NS
96	110,69±7,09	104,65±6,47	NS	99,64±9,16	94,99±7,93	107,92±15,86	149,58±15,86	NS
190	166,29±11,74	115,20±11,74	*	135,25±16,60	131,03±14,38	126,44±28,76	178,76±28,76	NS
262	105,57±20,07	86,95±20,07	NS	64,50±28,38	106,34±28,38	109,37±24,58	113,31±49,16	NS

\* indica diferencia significativa entre medias ( $P < 0,05$ ).

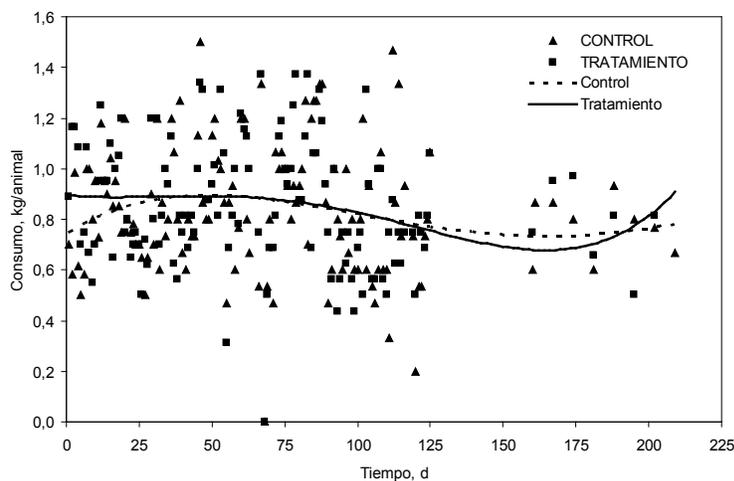


Figura 4. Efecto del consumo de grasa sobrepasante sobre el consumo voluntario de heno en cabras mestizas Canarias durante la lactancia.

No hubo diferencia significativa en ninguna de las dos variables, a excepción del efecto tratamiento a los 190 días promedio de lactancia en el colesterol, observándose una diferencia a favor de los animales que consumieron grasa en relación al grupo control ( $166,29 \pm 11,74$  y  $115,20 \pm 11,74$  mmol/L). Resultados similares obtuvieron Rios *et al.* (2006) y Celi *et al.* (2008), tanto en los valores medios de triglicéridos y colesterol, como en los cambios que ocurren durante la lactancia.

Investigadores y nutricionistas han centrado su atención en el uso de recursos alternativos de alimentación animal. Las grasas y los aceites han sido utilizados como un ingrediente energético dietético que permite mejorar el balance energético de los animales, especialmente en el primer tercio de la lactancia. Es durante éste periodo que las hembras lactantes se encuentran en un balance energético negativo lo que trae como consecuencia bajo consumo, pérdidas acentuadas de peso y condición lo que afecta la capacidad reproductiva y productiva de la hembra lactante (Morand Fehr, 2005; Sanz Sampelayo *et al.*, 2007).

Existe una tendencia a que las cabras que consumieron grasa sobrepasante tuvieron mayor

cantidad de triglicéridos y colesterol, lo cual puede ser beneficioso y explicar porqué estas cabras también tuvieron mayor contenido de grasa en la leche y demás constituyentes asociados a esta. Resultados similares se han observado en otras especies. En vacas lecheras, Oldick *et al.* (1997) observaron que el suministro de grasas aumentó el contenido de triglicéridos, de colesterol, contenido de grasa en la leche y producción láctea. Sin embargo, no hubo asociación significativa entre la producción de leche, el contenido de grasa en leche, el peso corporal, la condición corporal con los niveles sanguíneos de colesterol ni triglicéridos, ni entre estos.

La incorporación de grasa en la dieta de rumiantes ha sido estudiada para mejorar la reproducción de animales en lactación. Se considera que el suministro de grasa sobrepasante previene las pérdidas de peso y aumenta el colesterol, precursor de la progesterona. Se reporta además el efecto de la grasa sobre niveles altos de colesterol sanguíneo, mayor porcentaje de animales gestantes e intervalos parto-concepción más corto. (Palmquist, 1996).

## CONCLUSIONES

La adición de 80 g de grasa sobrepasante en la ración de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales fue beneficioso ya que aumento la duración de la lactancia, la producción de leche y el contenido de sus constituyentes, sin alterar las características físicas de la leche.

La incorporación de grasa sobrepasante no afecto el peso corporal, condición corporal, consumo voluntario, ni los niveles sanguíneos de triglicéridos y colesterol, por lo que su uso es recomendable para la producción con esta especie.

El número de partos tuvo efecto significativo sobre la producción de leche, componentes de la leche y peso corporal aumentando en la medida que aumenta el número de partos, siendo el mejor el cuarto parto.

No hubo correlación entre los niveles sanguíneos de triglicéridos y colesterol con la producción de leche, grasa de la leche, peso corporal y condición corporal; sin embargo, existió una tendencia que muestra que el grupo que consumió grasa sobrepasante tuvo mayores niveles de estos metabolitos sanguíneos.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15<sup>ta</sup> ed. Washington, EUA.
- Alvarado C. 2001. Variación de la producción y composición de la leche de vacas Holstein, debido a factores no genéticos, en la región central de Venezuela. Trabajo de ascenso a la categoría de Asistente. Fac. Ciencias Veterinarias. Univ. Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Blanchard N. 2001. Avances de la explotación caprina en Venezuela y pertinencia de su desarrollo. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Univ. Central de Venezuela, Fac. Agronomía. Maracay, Venezuela.
- Browning Jr R., M.L. Leite Browning y T. Sahlu. 1995. Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Rum. Res.*, 18: 173-178.
- Celi P., A. Di Trana y S. Claps. 2008. Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolic and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. *Small Rum. Res.*, 79(3-4): 129-136.
- Chilliard Y., A. Ferlay, J. Rouel y G. Lambert. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 86: 1751-1770.
- Fondonorma. 1977. Norma COVENIN 903-77. Determinación de grasa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas, Venezuela.
- Fondonorma. 1982. Norma COVENIN 932-82. Determinación de sólidos totales. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas, Venezuela.
- Fondonorma. 1982. Norma COVENIN 940-82. Determinación del punto crioscópico. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas, Venezuela.
- Fondonorma. 1997. Norma COVENIN 658-97. Determinación de acidez titulable, Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas, Venezuela.
- Fondonorma. 1997. Norma COVENIN 370-97. Determinación de proteínas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad. Caracas, Venezuela.
- González F. y F. Bas. 2002. Efecto de la suplementación con un aceite hidrogenado de pescado sobre la producción de leche en vacas Holstein Friesian. *Cien. Invest. Agrop.*, 29(2): 73-82.
- Infante D., R. Torme y M. Conde. 2003. Empleo de la leche de cabra en pacientes con alergia a las proeínas de la leche de vaca. *Ana. Pediat.*, 59(2): 138-142.
- Jimeno V., P. Rebollar y T. Castro. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.
- Milerski M. y V. Mareš. 2001. Analysis of systematic factors affecting milk production in dairy goat. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun (Brno)*, 1: 43-50.

- Morand Fehr P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rum. Res.*, 60(1-2): 25-43
- Oldick B.S., C.R. Staples, W.W. Thatcher y P. Gyawu. Abomasal infusion of glucose and fat. Effect on digestion, production and ovarian and uterine functions of cows. *J. Dairy Sci.*, 80(7): 1315-1328.
- Palmquist D.L. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.
- Richterich R. y J. Colombo. 1983. *Química Clínica*. Ediciones Salvat. Madrid, España.
- Ríos C., M. Marin, M. Catafau y F. Wittwer. 2006. Concentraciones sanguíneas de  $\beta$ -hidroxibutirato, NEFA, colesterol y urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. *Arch. Med. Vet.*, 38(1): 19-23.
- Sanz Sampelayo M., Y. Chilliard, P. Schmidely y J. Boza. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Rum. Res.*, 68(1-2): 42-63.
- Sanz Sampelayo M., J. Martín, D. Moron, L. Pérez y J. Boza. 2000. Production of healthier goat milk. Use of a concentrate supplemented with a "protected" fat rich in PUFA. *J. Physiol. Biochem.*, 56(3): 231-236.
- Sanz Sampelayo M., J. Martín, L. Pérez, F. Gil y J. Boza. 2004. Dietary Supplement for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplemented withdrawal. *J. Dairy Sci.*, 87(6): 1796-1802.
- Sanz Sampelayo M., L. Pérez, J. Martín, F. Gil y J. Boza. 2002a. Effects of concentrates with different content of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina Goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. *Small Rum. Res.*, 43(3): 133-139.
- Sanz Sampelayo M., L. Pérez, J. Martín, L. Amigo y J. Boza. 2002b. Effects of concentrates with different content of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina Goats. Part II. Milk production and Composition. *Small Rum. Res.* 43(3): 141-148.
- Salvador A. 2007a. Evaluación de la condición corporal en caprinos. *Venezuela Bovina*, 73: 94-97.
- Salvador A. 2007b. Factores que afectan producción y composición de leche de cabras: Revisión bibliográfica. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV*, 48(2): 61-76.
- SAS Institute. 1992. *User's Guide: SAS/LAB Software*, Ver. 6.12. SAS Institute Inc. Cary, EUA.
- Soares M. 1986. Effect of dietary protected lipids on the essential fatty acid status of the newborn kid. *J. Nutr.*, 116: 1473-1479.
- Teh T., L. Trung, Z. Jia y T. Gipson. 1994. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 77: 253-258.
- Trinder P. 1969. Determination of blood triglycerides using calorimetric method. *Clin. Biochem.*, 6: 24-25.

## Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico

Alejandro Salvador<sup>1\*</sup>, Ignacio Contreras<sup>1</sup>, Gonzalo Martínez<sup>2</sup> y Martín Hahn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción e Industria Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela (UCV). Apartado Postal 4563. Maracay 2101, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: salex\_77@cantv.net

<sup>2</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, UCV. Maracay, Aragua. Venezuela.

---

### RESUMEN

Con el fin de estudiar la relación entre el peso corporal (PC) y algunas variables biométricas en cabras Canarias de alto mestizaje (desde 3/4 hasta 7/8) en crecimiento se realizó un estudio con 52 crías desde el nacimiento hasta el año de edad para un total de 383 observaciones. Mensualmente se tomaron las siguientes mediciones: PC, perímetro torácico (PT), profundidad torácica (PRT), alzada (AL) y la longitud corporal (L). Mediante modelos lineales se determinó un efecto altamente significativo del sexo y del tipo de parto sobre todas las variables estudiadas. No se encontró efecto significativo del número de parto de la madre. Se estimó la correlación simple de Pearson entre PC y PT, PRT, AL y L. Los estimados fueron 0,96; 0,93; 0,94 y 0,95, respectivamente ( $P < 0,01$ ). Se determinaron las ecuaciones de regresión múltiple con dos variables (edad y una variable morfométrica) y con todas las variables para predecir PC al usar PT, PRT, AL y L, con los pesos corregidos por tipo de parto. El mejor estimador de PC fue PT, a través de una regresión múltiple con dos variables,  $PC = -8,84 + 0,32 (PT) + 0,02 (edad)$  para hembras ( $r^2 = 0,958$ ) y  $PC = -12,73 + 0,42 (PT) + 0,03 (edad)$  para machos ( $r^2 = 0,962$ ).

*Palabras clave:* caprinos, Agrupación Caprina Canarias, peso corporal, medidas corporales.

---

### Relationship between body weight, biometric traits and age in growth of Canarian crossbreed goat from birth to one year-old in the tropic

### ABSTRACT

In order to study the relationship between body weight (BW) and some biometric variables in crossbred Canarian (from 3/4 to 7/8) growing goats, a study using 383 records was realized with 52 goats from birth up to one year old. The following measurements were recorded monthly: BW, thoracic perimeter (TP), thoracic depth (DP), wither height (WH), and body length (BL). Data were analyzed using linear models. Model included sex, calving type, and calving number of the dam. Calving number of dam was not significant ( $P > 0,05$ ), and the sex and calving type affected all traits. Pearson simple correlation between BW and TP, TD, WH and BL were estimated. The estimates were 0,96; 0,93; 0,94 y 0,95, respectively ( $P < 0,01$ ). To predict BW a multiple regression equation with two variables (age and a morfometric variable) and a multiple regression equation with all morfometric variables and age were calculated using weights adjusted by calving type. The best predictor of BW was TP using the equation  $BW = -8,84 + 0,32 (TP) + 0,02 (age)$  for females ( $r^2 = 0,954$ ) and  $BW = -12,73 + 0,42 (TP) + 0,03 (age)$  for males ( $r^2 = 0,962$ ).

*Keywords:* goat, Caprine Canarian group, body weight, biometric traits.

## INTRODUCCIÓN

Se han introducido animales de la Agrupación Caprina Canaria con elevada frecuencia en los rebaños caprinos en Venezuela, siendo éste grupo de razas uno de los que mayor aceptación tienen entre los criadores. Esto se debe principalmente a su adaptación a las condiciones ambientales del país y su capacidad productiva de leche en ambientes con altas temperaturas y bajo aporte nutricional (Dickson *et al.*, 2008), por lo que actualmente es una de las más difundidas en las diferentes regiones del país donde se lleva a cabo la explotación de esta especie. De allí la importancia de conocer su comportamiento productivo como es el crecimiento, lo cual permitirá establecer valores para parámetros técnicos y económicos importantes para la planificación de estas explotaciones. Tomando esto en consideración, se estudió el crecimiento de los cabritos mediante diferentes medidas corporales para así determinar las curvas de crecimiento y el efecto de algunos factores no genéticos sobre el comportamiento productivo de los caprinos, con la finalidad de obtener información, la cual permitirá generar herramientas que puedan ser desarrolladas y aplicadas en los sistemas de producción con caprinos en zonas agroecológicas parecidas del país.

Por otro lado, el uso de mediciones corporales para predecir el peso corporal podría ser una opción útil para explotaciones caprinas extensivas, la mayoría de las cuales no tienen balanzas, resultando ésta una técnica económica y sencilla para estimar el peso corporal, sin la necesidad de utilizar una balanza (Salvador y Contreras, 2002). Por eso, es de interés especial cuantificar las relaciones entre peso, medidas corporales y edad desde su nacimiento hasta el año de edad.

En consecuencia, se plantearon los siguientes objetivos 1) Determinar el efecto del sexo de la cría, tipo de parto y número de parto de la madre, en el crecimiento a través de las medidas corporales y el peso vivo, 2) Establecer la asociación entre el perímetro torácico (PT), profundidad torácica (PRT), alzada (AL) y longitud (L), con el peso vivo (PV) en cabritos en crecimiento, 3) Estimar el peso vivo en cabritos a través de algunas medidas biométricas y determinar el mejor estimador para predecir el peso vivo y 4) Estimar las curvas de crecimiento hasta el año

de edad en animales entre 3/4 y 7/8 de la Agrupación Caprina Canarias en condiciones tropicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente ensayo se inició con 52 crías (27 hembras y 25 machos) con un total de 383 observaciones, en la Unidad Experimental de Producción Caprina, de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Aragua, Venezuela, situada en 10° 16' 20" N y 67° 36' 35" O a una altitud de 443 msnm. Todos los animales son del grupo genético Agrupación Caprina Canarias (ACC) de alto mestizaje entre 3/4 y 7/8 ACC y fueron sometidos al mismo manejo zootécnico y sanitario. Nacieron en el mes de septiembre, siendo alimentados con heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) con 13% de proteína cruda *ad libitum* y 500 g de alimento concentrado con 11% de proteína cruda.

Se mantuvieron en confinamiento en corrales de 120m<sup>2</sup> durante todo el ensayo. Sus madres se ordeñaron una vez al día y estuvieron sometidas a un régimen de amamantamiento restringido, ordeñándose a las 8:00 h a fondo, permaneciendo con sus crías desde el ordeño hasta las 16:00 h cuando se separaron hasta el próximo ordeño.

Todos los cabritos se destetaron a los 90 días de edad. El día del nacimiento fueron pesados y medidos, repitiéndose los registros cada 30 días hasta el año de edad. Las medidas tomadas a los cabritos fueron peso corporal (PC) determinado por medio de un peso de reloj, perímetro torácico cinchando el animal con una cinta métrica detrás de la espalda ejerciendo una presión constante en todas las lecturas, para evitar variaciones en las fases inspiratorias y expiratorias (Salvador y Contreras, 2002), profundidad torácica tomando la distancia entre la cruz y el esternón, por detrás de la espalda, alzada tomando la distancia entre la cruz del animal y el suelo, ambas por medio de un bovinómetro adaptado para pequeños rumiantes (Salvador y Contreras, 2002) y longitud corporal (L) desde la articulación del encuentro (escápulo-humeral) hasta la punta de la nalga (tuberosidad isquiática) por medio de una cinta métrica.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante modelos lineales por el método de cuadrados mínimos (MANOVA). Se determinó el efecto del sexo y tipo de parto con el siguiente modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + TP_j + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = PC, PT, PR, AL ó L de la observación k del sexo i, y tipo de parto j.

$\mu$  = media general para la variable medida.

$S_i$  = efecto debido al sexo ( $i = 1$  y  $2$ ).

$TP_j$  = efecto debido al tipo de parto ( $j = 1$  y  $>2$ ).

$E_{ijk}$  = efecto residual o error experimental.

Inicialmente fue incluido en el modelo el efecto del número de parto de la madre y todas las interacciones entre las fuentes de variación para determinar si contribuían en la explicación de la varianza y posteriormente fueron removidos de los modelos definitivos por no encontrarse significancia estadística para las mismas.

Asimismo se determinó la correlación entre PC y PT, PRT, AL y L por el método de Pearson (Snedecor y Cochran, 1989). Se realizó la regresión lineal múltiple con dos variables (edad y una variable morfométrica) y múltiple con todas las variables con el peso corporal como variable dependiente y las mediciones corporales y la edad como variables independientes y se determinó el mejor estimador para predecir PC. Los criterios usados para determinar la mejor ecuación predictiva del peso fueron  $r^2$  y CV.

El modelo de regresión lineal múltiple con todas las variables morfométricas y la edad fue  $Y_{ijk} = \mu + b_1 PT_{ijk} + b_2 PRT_{ijk} + b_3 AL_{ijk} + b_4 L_{ijk} + b_5 Edad_{ijk} + E_{ijk}$  y luego se removieron todas las variables morfométricas menos una y se fueron intercambiando.

Para los análisis estadísticos de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el número de observaciones, los valores promedio y la desviación estándar correspondiente a cada variable, sin considerarse para el análisis el sexo ni el tipo de parto. Estos resultados coinciden con los pesos vivos reportados por Lopez *et al.* (1993a,b) en cabras de la ACC desde el nacimiento hasta el año de edad, con los resultados de Hassan y Ciroma (2006) en cabras de raza Red Sokoto que presentaron alzada y perímetro torácico similares al año de edad, pero valores superiores en cuanto a el peso y la longitud.

También coincide con los resultados reportados por Portolano *et al.* (2002) en el peso de cabras de raza Girgentana hasta los dos meses de edad y con los pesos señalados por Al-Shorepy *et al.* (2002) con los pesos al nacimiento, al mes y a los tres meses de edad en cabras de raza Emirati.

Se pudo apreciar que PT y L fueron las variables con mayor varianza (134,4 y 114,8, respectivamente) y la menor varianza (23,5) la presentó la profundidad torácica. PC mantuvo un incremento continuo hasta el año de edad, mientras que las demás variables PT, PRT, AL y L mantuvieron un aumento continuo hasta los 180 días y posteriormente decreció la velocidad de crecimiento hasta el año de edad. PT fue la variable morfométrica que experimentó el mayor incremento hasta el año de edad.

En el Cuadro 2 se observan las medias y el error experimental del efecto del sexo sobre el PC, PT, PRT, AL y L desde el nacimiento hasta el año de edad. Se puede observar que hubieron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en todas las edades, excepto en el primer mes de vida siempre a favor de los machos sobre las hembras, lo cual coincide con lo reportado por varios autores (Liu *et al.*, 2005; Hassan y Ciroma, 2006). No hubo efecto significativo del sexo sobre PT en los tres primeros meses de vida, lo cual indica que el desarrollo muscular y óseo de la zona torácica es bajo en los primeros meses de vida y por eso no hay diferencias entre machos y hembras..

La variable que mostró mayor diferencia entre machos y hembras fue PC y la de menor fue AL (27,43 y 9,39%, respectivamente) al año de edad. La mayor diferencia entre los sexos fue a los 9 meses de edad mientras que la menor ocurrió al mes de edad en todas las variables estudiadas.

En el Cuadro 3 se observan las medias y el error experimental del efecto del tipo de parto (TP), el cual fue significativo ( $P < 0,05$ ) en todas las variables (excepto PRT) hasta el segundo mes de vida y hasta el cuarto mes de vida en la PRT. Los cabritos provenientes de partos simples fueron más pesados y más grandes que los animales provenientes de partos dobles o triples, lo cual coincide con los resultados de Muñoz (1997) con cabras mestizas Canarias. Esto ocurre porque al haber más fetos en el útero de la cabra hay menos espacio y menos nutrientes para cada uno de ellos, por lo que al nacimiento son más pequeños y una vez nacidos también son afectados

Cuadro 1. Valores promedios ( $\pm$  desviación estándar) del peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), profundidad torácico (PRT), alzada (AL) y longitud (L) registradas en cabras de la ACC desde el nacimiento hasta el año de edad en trópico de Venezuela.

Edad días	n	PC kg	PT cm	PRT cm	AL cm	L cm
0	52	2,52 $\pm$ 0,72	32,76 $\pm$ 3,91	10,72 $\pm$ 1,52	30,07 $\pm$ 3,58	26,12 $\pm$ 2,45
30	46	5,14 $\pm$ 1,25	40,25 $\pm$ 3,16	14,04 $\pm$ 1,30	37,11 $\pm$ 3,21	34,72 $\pm$ 2,72
60	43	8,00 $\pm$ 1,82	46,24 $\pm$ 3,64	15,95 $\pm$ 1,25	41,57 $\pm$ 4,55	38,68 $\pm$ 3,54
90	35	10,50 $\pm$ 2,59	49,82 $\pm$ 4,57	17,76 $\pm$ 1,70	44,20 $\pm$ 4,48	42,71 $\pm$ 4,05
120	33	11,84 $\pm$ 2,72	52,95 $\pm$ 4,41	19,09 $\pm$ 1,66	46,57 $\pm$ 4,53	45,55 $\pm$ 4,55
150	34	13,65 $\pm$ 3,25	55,70 $\pm$ 4,55	20,65 $\pm$ 3,50	48,27 $\pm$ 4,20	48,02 $\pm$ 4,36
180	30	16,15 $\pm$ 3,62	59,41 $\pm$ 3,99	21,45 $\pm$ 1,92	51,32 $\pm$ 3,86	50,85 $\pm$ 4,42
210	28	17,71 $\pm$ 3,26	60,48 $\pm$ 4,46	22,14 $\pm$ 1,60	52,90 $\pm$ 3,78	51,98 $\pm$ 4,18
240	23	19,03 $\pm$ 3,65	61,39 $\pm$ 3,95	22,72 $\pm$ 1,84	53,89 $\pm$ 3,85	53,60 $\pm$ 4,25
270	15	21,26 $\pm$ 4,01	63,73 $\pm$ 4,23	23,56 $\pm$ 2,05	56,06 $\pm$ 3,62	56,35 $\pm$ 3,93
300	15	22,14 $\pm$ 3,90	65,83 $\pm$ 3,81	24,10 $\pm$ 1,77	56,80 $\pm$ 3,25	57,73 $\pm$ 4,74
330	15	23,58 $\pm$ 4,20	67,13 $\pm$ 4,06	24,90 $\pm$ 1,70	57,45 $\pm$ 3,38	57,96 $\pm$ 3,65
365	14	24,94 $\pm$ 3,81	68,40 $\pm$ 3,91	25,30 $\pm$ 1,59	57,80 $\pm$ 3,06	57,87 $\pm$ 3,47

porque la leche de la madre debe ser repartida entre más cabritos. La longitud fue la variable que más diferencia mostró entre los animales provenientes de partos simples a los provenientes de partos múltiples a los 10 meses. El perímetro torácico fue la variable con la mayor diferencia entre animales provenientes de partos simples y múltiples (2,78 cm), mientras que PRT presentó la menor variación (0,60 cm).

A partir del tercer mes de vida se mantuvo esta tendencia; sin embargo, el PT no fue significativo e inclusive en algunos animales provenientes de partos múltiples superaron a los de partos dobles, lo cual indica que después del destete (a los 90 días) disminuyó la influencia de la madre y el peso y dimensiones de los cabritos se igualaron. Las diferencias de peso entre los partos simples de los múltiples a partir de esta edad y hasta el año presentaron un rango entre 0,30 a 3,58 kg a favor de los partos simples. Estos resultados coinciden con Liu *et al.* (2005) que observaron la misma tendencia de los pesos y dimensiones superiores de los cabritos provenientes de partos simples sobre dobles y triples, pero mantuvieron la significancia ( $P < 0,01$ ) hasta los 24 meses de edad, así como con los resultados de Portolano *et al.* (2002) hasta los 60 días y con los resultados de Chagra *et al.* (2002) al nacimiento.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en la correlación simple de Pearson entre el peso corporal (PC) y las diferentes medidas corporales (PT, PRT, AL y L), donde se observa que existió una correlación elevada y siempre positiva entre las mismas (0,93 a 0,96) ( $P < 0,001$ ). Los resultados coinciden con lo reportado por Adeyinka y Mohammed (2006) y Salvador y Contreras (2002) con las correlaciones entre PC y PT, PRT, AL y L y fueron superiores a los resultados mostrados por Ribero *et al.* (2004a,b) con correlaciones de 0,32 a 0,63 y Hassan y Ciroma (2006) y Khan *et al.*, (2006) que muestran correlaciones de 0,45 a 0,87.

En el Cuadro 5 se observan las ecuaciones de regresión lineal múltiple con una sola variable morfométrica y múltiple con todas las variables morfométricas y la edad en días, así como el coeficiente de correlación ( $r^2$ ) y el coeficiente de variación (CV) para predecir el peso corporal en cabritos a través de PT, PRT, AL y L. Se presenta para machos y hembras por separado, ya que en el análisis previo se determinó el efecto significativo del sexo sobre todas las variables dependientes, lo que determina curvas de crecimiento diferentes para machos de hembras (Figura 1). El efecto significativo del tipo de parto fue corregido previamente con la diferencia que existe entre la media de los animales

Cuadro 2. Efecto del sexo sobre el peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), profundidad torácica (PRT), alzada (AL) y longitud (L) en cabras de la ACC desde el nacimiento hasta un año de edad en Venezuela.

Edad	PC			PT			PRT			AL			L		
	Macho	Hembra	Sig												
mes	---- kg ----			---- cm ----											
Nac.	2,86±0,12	2,28±0,11	**†	34,51±0,73	31,99±0,70	**	11,37±0,24	10,12±0,23	**	31,14±0,66	28,74±0,64	**	27,68±0,41	25,42±0,39	**
1	5,66±0,20	4,93±0,22	*	41,18±0,56	40,02±0,62	ns	14,48±0,25	13,87±0,27	ns	38,21±0,59	36,18±0,64	**	35,74±0,49	34,02±0,54	*
2	8,72±0,33	7,29±0,36	**	46,87±0,70	45,42±0,75	ns	16,05±0,22	14,93±0,24	**	42,64±0,91	39,53±0,97	*	40,18±0,70	37,50±0,75	**
3	11,45±0,59	9,18±0,54	**	50,35±1,08	47,52±0,99	ns	18,38±0,35	16,62±0,32	**	45,26±1,08	42,37±0,99	*	43,56±0,94	40,25±0,86	ns
4	13,02±0,60	9,80±0,48	**	55,34±0,98	50,08±0,79	**	19,81±0,39	18,20±0,32	**	48,58±1,17	44,89±0,95	*	46,47±1,13	42,61±0,91	**
5	14,95±0,73	11,40±0,61	**	58,74±1,00	53,25±0,84	**	20,27±0,96	19,56±0,80	ns	49,92±1,03	46,08±0,86	**	48,75±1,05	44,95±0,88	**
6	18,05±0,85	13,66±0,70	**	61,74±1,00	57,59±0,81	**	22,32±0,43	19,92±0,35	**	52,27±0,92	48,22±0,75	**	50,65±1,23	48,26±1,00	ns
7	19,17±0,77	15,33±0,67	**	63,14±1,10	58,00±0,95	**	22,66±0,36	20,75±0,31	**	53,39±0,89	49,55±0,77	**	52,66±1,11	49,18±0,96	*
8	21,62±0,86	16,06±0,62	**	64,46±1,00	58,58±0,73	**	23,44±0,49	21,23±0,36	**	55,38±0,83	50,08±0,61	**	55,24±1,10	49,90±0,80	**
9	26,79±0,91	19,37±0,74	**	69,33±0,94	61,50±0,77	**	25,90±0,53	22,41±0,43	**	60,79±0,89	54,29±0,72	**	61,66±0,93	54,50±0,76	**
10	27,24±0,87	20,04±0,71	**	70,45±1,13	64,37±0,92	**	25,87±0,54	23,20±0,44	**	61,25±0,74	55,25±0,61	**	63,58±1,49	57,41±1,22	**
11	28,57±1,15	21,54±0,94	**	72,70±1,02	65,54±0,83	**	26,37±0,57	24,12±0,47	**	62,00±0,75	55,72±0,61	**	62,16±1,14	56,58±0,93	**
12	29,38±1,26	23,35±0,94	**	72,40±1,56	67,66±1,16	*	26,82±0,57	24,60±0,43	**	61,80±0,82	56,30±0,61	**	62,12±1,19	56,75±0,88	**

† \* = P<0,05, \*\* = P<0,01, ns = no significativo

Cuadro 3. Efecto del tipo de parto sobre el peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), profundidad torácica (PT), profundidad torácica (PRT), alzada (AL) y longitud (L) en cabras de la ACC desde el nacimiento hasta un año de edad en Venezuela.

Edad mes	PC		PT		PRT		AL		L						
	1	≥ 2	1	≥ 2	1	≥ 2	1	≥ 2	1	≥ 2					
Nac.	2,86±0,17	2,28±0,09	**†	34,46±1,01	32,04±0,58	*	11,48±0,34	10,01±0,19	**	30,85±0,92	29,03±0,53	ns	27,58±0,57	25,52±0,33	**
1	6,12±0,28	4,47±0,18	**	42,37±0,79	38,83±0,49	**	14,51±0,35	13,85±0,22	ns	38,61±0,81	35,78±0,51	**	36,13±0,69	33,63±0,43	**
2	8,81±0,44	7,20±0,29	**	47,98±0,93	44,32±0,61	**	15,93±0,29	15,05±0,19	*	42,18±1,21	39,98±0,79	ns	39,58±0,93	38,10±0,61	ns
3	10,90±0,68	9,73±0,49	ns	50,16±1,25	47,71±0,90	ns	18,06±0,41	16,94±0,29	*	44,88±1,24	42,75±0,90	ns	42,57±1,08	41,25±0,78	ns
4	12,04±0,69	10,78±0,45	ns	54,03±1,12	51,39±0,74	ns	19,62±0,45	18,39±0,29	*	47,96±1,34	45,51±0,88	ns	45,70±1,29	43,39±0,85	ns
5	13,90±0,87	12,45±0,56	ns	57,12±1,18	54,87±0,76	ns	19,90±1,14	19,93±0,73	ns	48,70±1,22	47,29±0,79	ns	47,16±1,24	46,54±0,80	ns
6	16,56±0,93	15,16±0,66	ns	60,97±1,09	58,35±0,77	ns	21,39±0,47	20,86±0,33	ns	50,97±1,01	49,52±0,71	ns	49,86±1,35	49,06±0,95	ns
7	17,87±0,85	16,63±0,63	ns	61,71±1,20	59,43±0,90	ns	21,78±0,40	21,63±0,29	ns	51,84±0,97	51,11±0,72	ns	51,39±1,21	50,45±0,90	ns
8	18,99±0,86	18,69±0,62	ns	61,77±1,00	61,27±0,73	ns	22,16±0,49	22,51±0,36	ns	53,05±0,83	52,41±0,61	ns	52,84±1,10	52,30±0,80	ns
9	24,87±1,29	21,29±0,64	*	66,91±1,34	63,91±0,67	ns	24,57±0,75	23,74±0,37	ns	58,91±1,25	56,16±0,62	ns	59,75±1,32	56,41±0,66	ns
10	24,93±1,24	22,35±0,62	ns	69,04±1,60	65,79±0,80	ns	24,83±0,77	24,25±0,38	ns	59,66±1,05	56,83±0,52	*	64,08±2,11	56,91±1,05	*
11	26,35±1,64	23,76±0,82	ns	71,25±1,45	67,00±0,72	*	25,45±0,82	25,04±0,41	ns	60,17±1,06	57,55±0,53	ns	60,79±1,61	57,95±0,80	ns
12	27,35±1,63	25,38±0,85	ns	71,70±2,01	68,37±1,05	ns	25,88±0,74	25,54±0,39	ns	59,88±1,07	58,23±0,55	ns	60,85±1,53	58,03±0,80	ns

† = P<0,05, \*\* = P<0,01, ns = no significativo.

Cuadro 4. Correlaciones ( $r^2$ ) entre peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), profundidad torácica (PRT), alzada (AL) y longitud (L) en cabras de la ACC en Venezuela.

	PT	PRT	AL	L
PC	0,96	0,93	0,94	0,95
PT		0,95	0,95	0,96
PRT			0,93	0,94
AL				0,96

Todas las correlaciones fueron significativas a  $P < 0,01$ .

Cuadro 5. Regresión lineal múltiple con una variable morfométrica y múltiple (cm) y la edad (días) para determinar el peso corporal (kg)

		$r^2$	CV	Ecuación†	Sig‡
Hembra	PT	0,958	10,599	PC = -8,84 + 0,32(PT) + 0,02(edad)	**
	PRT	0,933	13,519	PC = -1,94 + 0,45(PRT) + 0,04(edad)	**
	A	0,953	11,325	PC = -7,06 + 0,31(A) + 0,03(edad)	**
	L	0,958	10,610	PC = -6,41 + 0,32(L) + 0,02(edad)	**
	Todas	0,966	9,666	PC = -9,58 + 0,16(PT) - 0,04(PRT) + 0,05(A) + 0,17(L) + 0,02(edad)	**
Macho	PT	0,962	11,863	PC = -12,73 + 0,42(PT) + 0,03(edad)	**
	PRT	0,958	12,413	PC = -9,76 + 1,01(PRT) + 0,03(edad)	**
	A	0,962	11,733	PC = -12,97 + 0,46(A) + 0,03(edad)	**
	L	0,969	10,581	PC = -11,85 + 0,48(L) + 0,02(edad)	**
	Todas	0,974	9,885	PC = -14,50 + 0,07(PT) + 0,18(PRT) + 0,11(A) + 0,26(L) + 0,02(edad)	**

†PC: peso corporal, PT: perímetro torácico, PRT: profundidad torácica, AL: alzada y L: longitud.

‡\*\* indican  $P < 0,01$ .

provenientes de partos simples con los provenientes de partos múltiples, sumándola a los animales de partos múltiples en cada variable y luego se corrió la regresión. En forma general se aprecia que todas presentan una alta precisión para estimar el peso corporal con el uso de estas, sin embargo en el caso de la ecuación múltiple (usando todas las variables morfométricas) fue la que presentó la mayor precisión con  $r^2 = 0,96$  (CV = 9,666) para hembras y  $r^2 = 0,97$  (CV = 9,885) para machos. No obstante, debemos considerar que la estimación a través de este método lleva al uso de una fórmula mucho más compleja y en la que se deben incluir muchas más variables, en este caso cuatro variables morfométricas (PT, PRT, AL y L) y la edad, lo que significa que se debe emplear más

tiempo tanto en la medición de las cuatro variables como en la estimación, obteniéndose una precisión en la estimación ligeramente superior a la obtenida por regresión lineal múltiple con una sola variable morfométrica, lo cual no justificaría el trabajo y tiempo invertido. Aunado a esto, existe alta correlación entre las diferentes variables morfométricas, por lo que no es conveniente utilizarlas simultáneamente en la ecuación para determinar el peso corporal, ya que se incurriría en un error de multicolinealidad (Gujarati, 2001).

Considerando estos resultados, la regresión lineal múltiple con una variable morfométrica a través del perímetro torácico (PT) fue el método más práctico

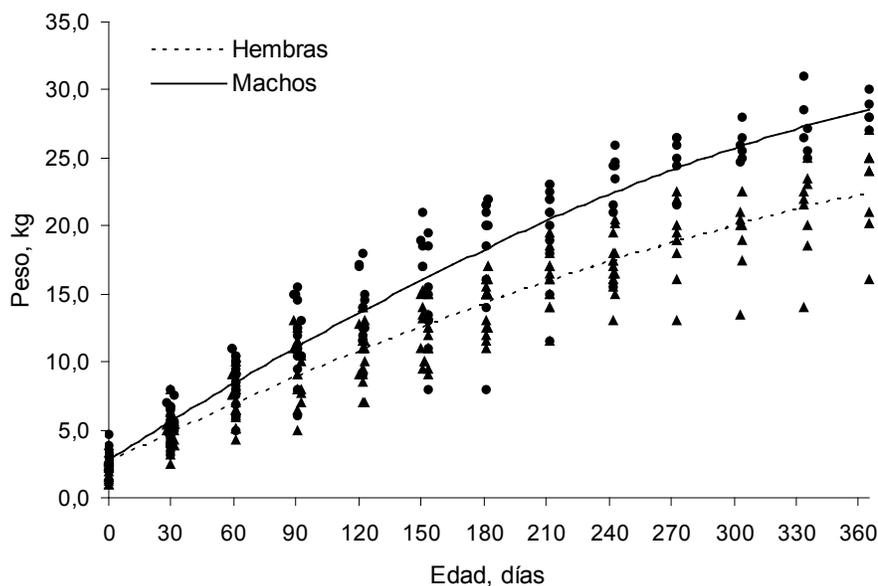


Figura 1. Curvas de crecimiento en cabras mestizas Canarias desde el nacimiento hasta el año de edad por sexo.

y aplicable a nivel de campo para estimaciones de peso corporal, debido a que proporciona una fórmula simple y sencilla:  $PC = -8,84 + 0,32 (PT) + 0,02 (edad)$  y  $PC = -12,73 + 0,42 (PT) + 0,03 (edad)$  para hembras y machos, respectivamente y para la cual se requiere solo una variable morfométrica, lo cual facilita y agiliza el trabajo a realizar, sin pérdida considerable de la precisión ( $r^2 = 0,958$ ;  $CV = 10,599$  para hembras y  $r^2 = 0,962$ ;  $CV = 11,863$  para machos). Estos resultados coinciden con los de Slippers *et al.* (2000), donde determinaron PC mediante PT con una cinta métrica, con una precisión de 88,1% en machos y 94,3% en hembras.

### CONCLUSIONES

El sexo presentó un efecto altamente significativo sobre el peso y las medidas corporales, siempre a favor de los machos, mientras que el tipo de parto presentó un efecto significativo para todas las variables medidas solo hasta el cuarto mes de vida. Se observó una tendencia en los promedios de peso y medidas corporales a favor de los cabritos provenientes de parto simple.

Los análisis de correlación evidenciaron que todas las medidas corporales están altamente asociadas y que la medida corporal que está más asociada con el peso corporal es el perímetro torácico.

Se demostró a través de las ecuaciones de regresión lineal múltiple con dos variables (edad y con una variable morfométrica), y múltiple con todas las variables, que todas las medidas corporales presentaron una alta precisión para estimar el peso corporal. El perímetro torácico resultó ser el mejor estimador del peso corporal.

### RECOMENDACIONES

Continuar realizando las medidas corporales y del peso corporal a los caprinos hasta alcanzar el peso adulto, para completar las curvas de crecimiento y para asociarlo con caracteres productivos y con las medidas obtenidas a temprana edad, lo cual permitiría hacer estimaciones más precisas de los animales a diferentes edades.

### AGRADECIMIENTOS

Se les agradece a los estudiantes de de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Brs. Nelson Rosales y Arturo Silva por la toma de las medidas de todos los animales pertenecientes a la Unidad Experimental de Producción Caprina.

### LITERATURA CITADA

Adeyinka I. e I. Mohammed. 2006. Accuracy of body weight prediction in Nigerian Red Sokoto Goats

- raised in North Eastern Nigeria using linear body measurement. *Pak. J. Biol. Sci.*, 9(15): 2828-2830.
- Al-Shorepy S.A., G.A. Alhadrami y K. Abdulwahab. 2002. Genetic and phenotypic parameters for the early growth traits in Emirati goat. *Small Rum. Res.*, 45: 217-223.
- Chagra P., D. Leguiza y T. Vera. 2002. Factores que incident en el crecimiento de los cabritos lechales y la producción de leche invernal de cabras criollas biotipo regional. INTA. Estación Exp. La Rioja. Disponible en línea en [http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art\\_cap8.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art_cap8.htm). Consultado 17/11/2006.
- Dickson L., I. Gamarra, A. Salvador y L. Monasterio. 2008. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras mestizas de la raza Canaria en Venezuela. *Arch. Zootec.*, 57(217): 63-66
- Gujarati D. 2001. *Econometria*. 3<sup>ra</sup> ed. Mc Graw Hill Interamericana. Bogota, Colombia.
- Hassan A. y A. Ciroma. 2006. Body weight measurements relationship in Nigerian Red Sokoto goats. FAO, Roma, Italia. Disponible en línea en <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5520B/x5520b1d.htm>. Consultado 23/03/06.
- Khan H., F. Muhammad, R. Ahmad, G. Nawaz, R. Zubair y M. Zubair. 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. *J. Agric. Biol. Sci.*, 1(3): 51-54.
- Liu W., Y. Zhang y Z. Zhou. 2005. Adjustment for non-genetic effects on body weight and size in Angora goats. *Small Rum. Res.*, 45: 25-31.
- López J., A. Argüello, F. Fabelo y J. Capote. 1993a. Nota breve. Comparación del crecimiento en cabras de la Agrupación Caprina Canaria (ACC) desde los seis meses hasta el primer parto. *Arch. Zootec.*, 42: 281-284.
- López J., A. Argüello, F. Fabelo y J. Capote. 1993b. Crecimiento en cabras de la Agrupación Caprina Canaria (ACC) desde el nacimiento hasta los seis meses, bajo dos sistemas de crianza. *Arch. Zootec.*, 42: 285-288.
- Muñoz G. 1997. Comportamiento productivo y reproductivo en un rebaño caprino experimental en el estado Lara, Venezuela. Tesis Maestría. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela.
- Portolano B., M. Todaro, R. Finocchiaro y J.H. van Kaam. 2002. Estimation of the genetic and phenotypic variance of several growth traits of the Sicilian Girgentana goat. *Small Rum. Res.*, 45: 247-253.
- Ribeiro M., J. da Silva, E. Pimenta (h) y J. Sereno. 2004a. Estudio de las correlaciones entre características fenotípicas de caprinos naturalizados. *Arch. Zootec.*, 53(203): 337-340.
- Ribeiro N., A. Madeiros, M. Ribeiro y E. Pimenta (h). 2004b. Estimación del peso vivo en caprinos autóctonos brasileños mediante medidas morfométricas. *Arch. Zootec.*, 53(203): 341-344.
- Snedecor G. y W. Cochram. 1989. *Statistical Methods*. 8<sup>va</sup> ed. Iowa State University Press, Ames, EUA.
- Salvador A. e I. Contreras. 2002. Relación entre características biométricas y peso corporal en corderos West African. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV*, 43(2): 121 – 126.
- SAS. 2000. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Institute Inc., Cary, EUA.
- Slippers S., B. Letty y J. de Villiers. 2000. Prediction of the body weight of Nguni goats. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 30(Supl. 1): 127-128.



## **Efecto del albendazol incorporado a un bloque multinutricional sobre la eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales y ganancia de peso en ovejas en estabulación**

Espartaco Sandoval<sup>1\*</sup>, Gustavo Morales<sup>2</sup>, Delia Jiménez<sup>3</sup>, Luz A. Pino<sup>2</sup> y Oswaldo Marquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Yaracuy. San Felipe, Yaracuy. Venezuela. \*Correo electrónico: esandoval@inia.gob.ve

<sup>2</sup>INIA. Ceniap. Maracay, Aragua. Venezuela.

<sup>3</sup>Profesional en ejercicio libre de la profesión.

---

### **RESUMEN**

A objeto de evaluar la incorporación del albendazol en un bloque multinutricional con urea y melaza (BUMA) en el tratamiento de la infección por nematodos gastrointestinales se diseñó un ensayo, en el cual dicho BUMA fue ofrecido a 19 ovejas mestizas West African con un peso de 16,5 kg y una edad promedio de 11 meses al inicio del ensayo. Las ovejas fueron mantenidas en estabulación y alimentadas con pasto picado (*Panicum maximum*) sin suplementación. Los animales fueron muestreados semanalmente para determinación de su carga parasitaria, con el empleo de la técnica de Mc Master, expresando sus resultados en huevos por gramo de heces (hpg). Las ganancias de peso fueron determinadas con la misma frecuencia. Los datos parasitológicos previa transformación logarítmica y los correspondientes a la ganancia de peso semanal fueron procesados por medio de un análisis de varianza de una sola vía y para la separación de medias se empleó la prueba de Bonferoni. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los recuentos de hpg entre las semanas en donde no hubo consumo del BUMA y en las que los animales tuvieron acceso al mismo, dichos recuentos resultaron superiores en las semanas sin suministro del BUMA. Durante el periodo de consumo del BUMA la proporción de animales positivos disminuyó de 95 a 10,5% y la eficacia del producto fue 94,8%. Las ganancias de peso resultaron significativamente mayores ( $P < 0,05$ ) durante la sexta semana de consumo, asociándose a la mejora de la oferta nutricional y la drástica disminución de la infección parasitaria. Se evidenció la eficacia y sencillez de esta modalidad de tratamiento y se recomienda profundizar su estudio para evaluar aspectos del suministro, como la frecuencia y modalidad de administración (épocas, fracción del rebaño) que disminuyan el riesgo de la aparición de resistencia antihelmíntica.

*Palabras clave:* albendazol, bloque multinutricional, control, parásitos, ovinos

---

### **Efficacy of albendazol incorporated in a urea molasses block on the fecal egg counts of gastrointestinal nematodes and body weight in sheep under intensive conditions**

#### **ABSTRACT**

In order to evaluate the efficacy of albendazol incorporated in a urea molasses blocks (UMB) a trial was carried out in 19 West African cross breed sheep with a weight average of 16.5 kg and 11 months old, reared under pen conditions and fed with cut grass (*Panicum maximum*) Animals were coprological examined weekly to determine its parasitic load, through the Mc Master technique, expressing the results as eggs per gram (epg) of feces. Animal weight gain was determined weekly. The parasitological data, previous logarithmic transformation and those corresponding to the weight gain were analyzed by mean of one-way variance analysis and for the separation of means the test of Bonferoni was used. Statistical differences were found in epg counts and live weight gain

in the weeks when the animals were fed with and without UMB. During the experimental period the prevalence oscillated from 95 to 10.5%. It was observed a reduction of 94.8% in the epg counts after the administration of the UMB. It was concluded that addition of albendazol on the blocks resulted in a significant reduction of the eggs output and increment on the live weight gain. The effectiveness of this modality of treatment is recognized and it is recommended to carry out some trials to avoid the risk of development of antihelmintic resistance.

*Keywords:* albendazole, multinutritional blocks, control, parasites, ovine.

## INTRODUCCIÓN

La explotación de ovinos en las áreas deprimidas del trópico representa una alternativa de producción de proteínas con importante pertinencia social y amplias posibilidades para el desarrollo de comunidades rurales pobres (Pariacote, 2006). Sin embargo, en este medio, el desempeño productivo de esta actividad pecuaria se ve afectado por factores que intervienen negativamente, entre los cuales el parasitismo gastrointestinal ocupa un lugar destacado (Pino y Morales, 2002), al ocasionar pérdidas económicas de magnitud, al disminuir significativamente la producción de carne y lana (Bonino, 2002) e inclusive en casos extremos provocar la muerte de los animales (Mota *et al.*, 2003). De igual manera, los aspectos nutricionales están asociados con el problema parasitario (Coop y Kyriazakis, 1999), ya que sus deficiencias causan detrimento en la calidad de la respuesta inmune frente al reto parasitario (FAO, 2003).

Una alternativa sustentable para favorecer la fermentación ruminal, a través del estímulo de la actividad y multiplicación de la flora bacteriana, la representa el bloque multinutricional. La utilización de estos bloques procura un mayor consumo voluntario del animal, mayor velocidad en el pasaje de la ingesta y una mejor digestibilidad (Araque *et al.*, 2004). En este orden de ideas, los bloques multinutricionales han sido empleados en Venezuela, como un vehículo para adicionar elementos con propiedades antihelmínticas, tanto de fuentes naturales (Pietrosemoli *et al.*, 1999) como de principios activos de origen farmacológico (Araque y Rosos, 1992), con resultados promisorios en cuanto a reducción de la expulsión de huevos e incremento en la ganancia de peso.

En el caso particular de los bovinos, la molécula base de los derivados benzimidazólicos requiere de un proceso de biotransformación que culmina con la generación de dos metabolitos (Mckellar y Scout,

1988), uno de los cuales, el sulfóxido ha demostrado una importante actividad terapéutica contra los nematodos (Steffan *et al.*, 2005). En Venezuela los trabajos de Morales *et al.* (2003), incorporando productos en base a dicho metabolito en bloques multinutricionales, han demostrado que su uso representa una alternativa eficiente y de bajo costo para el control de las estrongilosis digestivas: sin embargo, la imposibilidad de obtener estas presentaciones en el mercado nacional, se traduce en una importante limitante para su uso.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la incorporación directa de productos comerciales de uso oral con albendazol como principio activo en un bloque multinutricional elaborado artesanalmente y evaluar su efecto sobre la reducción del conteo de huevos de estrongilos digestivos y la ganancia de peso en ovejas estabuladas infectadas en condiciones naturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en 19 ovejas mestizas de West African, con un promedio de 11 meses de edad y 16,5 kg de peso, pertenecientes al rebaño de la Escuela Técnica Agropecuaria IBOA del municipio Arístides Bastidas del estado Yaracuy, Venezuela. Esta Escuela se ubica en una zona de vida de bosque seco premontano con una altitud de 520 msnm, con suelos franco arcillosos y una precipitación y temperatura promedio anual de 1.400 mm y 24,2°C, respectivamente. El ensayo se desarrolló entre los meses de abril y junio correspondientes a la temporada de lluvias.

Los animales experimentales fueron mantenidos en estabulación sin ningún tipo de suplementación y alimentados con pasto picado (*Panicum maximum*) cosechado manualmente en áreas pastoreadas previamente y de manera regular por el rebaño ovino de esta institución. Previo al ensayo se realizaron

exámenes coprológicos a fin de seleccionar animales con cargas altas y moderadas; posteriormente los animales fueron muestreados con una frecuencia semanal. Para su procesamiento se empleó la técnica cuantitativa de Mc Master y sus resultados expresados en huevos por gramo de heces (hpg) (Morales y Pino, 1977). De igual manera, para determinar las ganancias de peso, los animales experimentales fueron pesados con la misma frecuencia.

Se elaboraron artesanalmente bloques multi nutricionales de urea y melaza con albendazol (BUMA) de 11 kg, de acuerdo a la fórmula propuesta por Jiménez y Sandoval (1999), conteniendo afrechillo de trigo (17,3%), follaje de moringa (*Moringa oleifera*) (11,8%), melaza (30,9%), urea (6,4%), sal (6,4%), mezcla mineral comercial (6,4%), cal agrícola (11,3%), azufre (0,5%) y albendazol al 10% (9%).

A fin de determinar la normalidad de los datos previamente al análisis estadístico, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks, resultando que los mismos no se ajustaban a una distribución normal ( $P < 0,01$ ), por lo que con la finalidad de normalizarlos se realizó una transformación logarítmica ( $\text{Log}_{10}(\text{hpg}+25)$ ), de acuerdo a las recomendaciones de Batch *et al.* (2001). Una vez realizado este proceso se procedió a su procesamiento por medio de un análisis de varianza de una sola vía y se utilizó la prueba de Bonferoni para la separación de las medias *a posteriori*, de los recuentos de los hpg antes, durante y después del consumo del bloque conteniendo albendazol. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico InfoStat (2004) con el nivel de probabilidad al 5%.

La fórmula empleada para estimar la eficacia del antihelmíntico en relación a los conteos de hpg, antes del consumo del BUMA fue

$$\text{RCH (\%)} = (\text{RHPG1} - \text{RHPG2} / \text{RHPG1}) * 100$$

y después del consumo del BUMA fue

$$\text{RCH (\%)} = (\text{RHPG3} - \text{RHPG2} / \text{RHPG3}) * 100$$

donde:

RCH: Reducción calculada en hpg.

RHPG1: Promedio de los hpg obtenidos previo al inicio del consumo del BUMA

RHPG2: Promedio de los hpg obtenidos durante el consumo del BUMA

RHPG3: Promedio de los hpg obtenidos después del consumo del BUMA

Este diseño correspondió a una prueba controlada, en la cual la variabilidad es disminuida en vista de que cada animal constituye su propio control (Morales y Pino, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que durante las cuatro primeras semanas, periodo previo a la colocación del BUMA, así como entre las semanas 8 a la 10 posteriores al retiro del mismo, los conteos de hpg fueron significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) a los observados durante las semanas 5 y 6, tiempo durante el cual a los animales experimentales les fue ofrecido la posibilidad de consumir el BUMA *ad libitum*.

La cantidad de animales positivos previo a la colocación del BUMA oscilo entre 84,2 y 94,7% (semanas 1, 2, 3 y 4), reduciéndose a 21 y 10,5% durante la primera y segunda semana del periodo de exposición, respectivamente, lo que refleja un significativo efecto de reducción en la eliminación de huevos dentro del lote. Una vez retirado el BUMA, los conteos de hpg comenzaron a incrementarse, aun sin diferencias estadísticas significativas durante la semana siete, mientras que la proporción de animales positivos también muestra un incremento de un 27,7%, desde donde alcanzó de manera progresiva valores superiores al 80% para las semanas 8, 9 y 10. Igual sucedió con los conteos de hpg que también alcanzaron niveles superiores y estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ) durante el mismo periodo.

Los resultados anteriores son reflejo de una alta eficacia del producto antihelmíntico, la cual expresada en porcentaje de reducción de los conteos de hpg mostró un valor de 94,8% en relación al periodo previo al consumo del BUMA y de 88,8% en relación al incremento observado posterior al retiro del mismo. Anindo *et al.* (1998) utilizando bloques de melaza urea con la inclusión estratégica de antihelmínticos, sugieren que esta asociación, por su característica de mínimo consumo con elevada frecuencia, actúa simulando los mecanismos de liberación lenta, demostrando que esta alternativa es mucho más eficiente que la administración del producto por vía parenteral. Además, es conocido que el suministro de proteínas sobrepasantes por medio de bloque multinutricional favorece la resistencia y resiliencia

Cuadro 1. Valores promedio de huevos antes, durante y posterior al consumo de bloques multinutricionales adicionados con albendazol en ovinos infectados con estróngilos digestivos.

Semana	N	Etapa	Media	Media transformada	Positivos
			hpg		%
1	19	Bo†	1.571,1	2,88c‡	94,7
2	17	Bo	855,6	2,63bc	88,8
3	18	Bo	1.355,9	2,71bc	93,7
4	17	Bo	1.063,2	2,57bc	84,2
5	19	B1	81,5	1,64a	21,0
6	19	B1	10,5	1,47a	10,5
7	19	Bo	33,3	1,59a	27,7
8	18	Bo	281,3	2,36b	93,7
9	16	Bo	418,5	2,51bc	94,1
10	17	Bo	8.365	2,40b	88,2

†Bo: Sin suplementación con BUMA, B1: Suplementado con BUMA.

‡Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

de los animales bajo reto parasitario (Chartier *et al.*, 2000). De igual manera, el mejoramiento de las condiciones nutricionales de los rebaños estimula el grado de expresión de la inmunidad contra la infección parasitaria (Coop y Kyriazakis, 1999).

En relación a las ganancias de peso, los resultados mostrados en el Cuadro 2 señalan un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) durante la semana seis del ensayo, lo cual está asociado, por una parte, a la mejora en la oferta nutricional que representa el uso de los bloques ya que estos incrementan el contenido de proteína cruda, energía y minerales, mejorando el consumo y la digestibilidad de las dietas disponibles, especialmente cuando estas están conformadas por materiales fibrosos de baja calidad (Sandoval *et al.*, 2005).

Los resultados de Álvarez y Combellas (1993), por medio de evaluaciones de la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen, asocian el incremento de sus valores, provocado por el consumo de bloques multinutricionales, con una respuesta positiva en cuanto a la ganancia de peso en épocas secas. Por otra parte, las elevadas cargas parasitarias generan una importante disminución del apetito, de la economía proteica, absorción intestinal y de la digestibilidad (Knox *et al.*, 2006; Sykes y Creer, 2003), por lo que una vez disminuido el reto parasitario y sus efectos

fisiopatológicos las ganancias de peso comienzan a mejorar. Resultados similares a los del presente trabajo fueron reportados por Araque y Rosos (1992) en bovinos, con la incorporación de febendazol en bloques multinutricionales de urea y melaza

## CONCLUSIONES

La asociación estratégica de antihelmínticos y bloques multinutricionales representa una alternativa práctica, eficiente, de bajo costo, poco riesgo y complementaria entre la suplementación nutricional y control de las estróngilosis digestivas en ovejas.

La incorporación en bloques multinutricionales de antihelmínticos con albendazol como principio activo, surte un efecto positivo sobre la reducción del conteo de huevos de estróngilos digestivos por gramos de heces y la ganancia de peso en ovejas estabuladas e infectadas en condiciones naturales

Se recomienda realizar estudios que permitan determinar los periodos, frecuencia de uso, modalidad de suministro (masivo o selectivo) y rotación de principios activos y/o mecanismos de acción que permitan disminuir el riesgo de aparición de helmintoresistencia

Cuadro 2. Valores promedio de ganancia diaria de peso (GDP) antes, durante y posterior al consumo de bloques multinutricionales adicionados con albendazol en ovinos infectados con estróngilos digestivos.

Semana	N	Etapa	GDP
			g
1	19	Bo†	-
2	19	Bo	0,00ab‡
3	17	Bo	0,02abc
4	19	Bo	0,09bc
5	19	B1	0,00abc
6	19	B1	0,25c
7	19	Bo	-0,06ab
8	18	Bo	-0,27a
9	16	Bo	-0,16ab
10	17	Bo	0,11bc

†Bo: Sin suplementación con BUMA y B1: Suplementado con BUMA.

‡Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

### LITERATURA CITADA

- Álvarez R. y J. Combellas. 1993. Suplementación de becerros postdestete a pastoreo con bloques multinutricionales durante la época seca y lluviosa. Informe Anual Instituto de Producción Animal. Fac. Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
- Anindo D., F. Toe, S. Tembléis, E. Muasamugerwa, A. Lahloukassi y S. Sovani. 1998. Effect of molasses-urea block on dry matter intake, growth, reproductive performance and control of gastrointestinal nematode infections at grazing Menz ram lambs. *Small Rum. Res.*, 27(1): 63-70.
- Araque C., D. Simoes, J. Muñoz y A. Fuenmayor. 2004. Los Bloques Multinutricionales en la Alimentación Bovina. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Araque C. y L. Rosos. 1992. Evaluación de bloques multinutricionales con y sin antihelmíntico en la alimentación de mautas. *Zootecnia Trop.*, 11(1): 49-58.
- Batch G., J. Hansen, R. Krecek, J. Vanwyk y A. Vatta. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report. FAO Technical Cooperation in Africa. Project No. TCP/ SAF/8821(a). FAO. Roma, Italia.
- Bonino J. 2002. Resistencia antihelmíntica de parásitos gastrointestinales en ovinos. Jornadas Técnicas Parásitos Gastrointestinales de los Ovinos: Situación Actual y Avances de la Investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Santa Bernardina, Uruguay. pp. 6-11
- Chartier C., H. Etter, I. Hoste, M. Pors, C. Mallerau y S. Mallet. 2000. Effects of the initial level of milk production and of the dietary protein intake on the course of natural nematode infection in dairy goats. *Vet. Paras.*, 92(1): 1-13.
- Coop R. e I. Kyriazakis. 1999. Nutrition-parasite interaction. *Vet. Paras.*, 84(3-4): 187-204.
- FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal. N° 157. FAO. Roma, Italia.

- InfoStat. 2004. InfoStat. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, Fac. Ciencias Agropec., Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Knox M., J. Torres Acosta y A. Aguilar Caballero. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Vet. Paras.*, 139(2): 385-393.
- Steffan P., C. Fiel y D. Ferreyra. 2005. Eficacia del ricobendazole, vía SC, contra los nematodos gastrointestinales del bovino. *Rev. Invest. Agrop. INTA*, 31(3): 89-101.
- Jiménez D. y E. Sandoval. 1999. Elaboración y uso de bloques multi-nutricionales en la alimentación de rumiantes. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Yaracuy. San Felipe. Venezuela.
- McKellar Q. y E. Scout. 1988. The benzimidazole anthelmintic agents: a review. *J. Vet. Pharm. Ther.*, 13(1): 223-247.
- Morales G., E. Sandoval, L. Pino, D. Jiménez, C. Araque y O. Márquez. 2003. Eficacia del sulfóxido de albendazol incorporado en un bloque multi-nutricional para el control parasitario en bovinos a pastoreo. *Veterinaria Trop.*, 28(2): 103-116.
- Morales G. y L. Pino. 1995. Parasitometría. Ediciones Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Morales G. y L. Pino. 1977. Manual de Diagnóstico Helmintológico en Rumiantes. Colegio de Médicos Veterinarios del estado Aragua. Caracas, Venezuela.
- Mota M., A. Campos y J. Araujo. 2003. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. *Pesq. Vet. Bras.*, 23(3): 93-100.
- Pariacote F. 2006. Estado y perspectiva de desarrollo del caprino en Venezuela. Memorias V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.
- Pietrosemoli S., R. Olavez y T. Montilla. 1999. Empleo de hojas de neem (*Azadirachta indica*) en control de nematodos gastrointestinales de bovinos a pastoreo. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 16(Supl. 1): 220-225.
- Pino L.A. y G. Morales. 2002. Distribución y abundancia de los huevos de estróngilos digestivos y de los ooquistes de *Eimeria* spp. en las heces de ovinos estabulados. *Veterinaria Trop.*, 27(1): 5-15.
- Sykes A. y A. Greer. 2003. Effects of parasitism on the nutrient economy of sheep. *Aus. J. Exp. Agri.*, 43: 1393-1398.
- Sandoval E., D. Jiménez, C. Araque, L.A. Pino y G. Morales. 2005. Ganancia de peso, carga parasitaria y condiciones hematológicas en becerras suplementadas con bloques multinutricionales. *Rev. Elect. Vet. REDVET*, 6(7). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070705/070515.pdf>.

## **Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela**

Vanessa Acosta<sup>1\*</sup>, Cesar Lodeiros<sup>2</sup>, Antulio Prieto<sup>1</sup>, María Glem<sup>1</sup> y Yolimar Natera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. Biología, Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumana, Sucre. Venezuela. \*Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com

<sup>2</sup>Dept. Biología Pesquera. Laboratorio de Acuicultura, Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, Sucre. Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Se evaluó el efecto de la profundidad (4, 8 y 16 m), sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* bajo condiciones de cultivo en el Golfo de Cariaco, Venezuela, durante un período de seis meses. Bimensualmente, se determinó la dimensión y masa seca de la concha, tejidos (somático y reproductivo) y el “fouling” sobre la concha en ambas especies. En cada profundidad se obtuvieron registros quincenales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y disponibilidad de alimento (seston total, orgánico y biomasa fitoplanctónica). A los 8 m se alcanzaron los mayores incrementos en talla, masa seca de la concha, tejidos somático y reproductivo, obteniendo *P. perna* los mayores valores. El mayor crecimiento a esta profundidad estuvo asociado con el valor de seston orgánico (>20 mg/L). En ambas especies la masa del biso tendió a disminuir con el aumento de la profundidad, así como la biomasa del “fouling”. El menor crecimiento de *P. viridis*, conjuntamente con la baja supervivencia (<30%) en todas las profundidades experimentales sugiere la poca adecuación de esta especie para ajustarse a las condiciones ambientales presentes en el Golfo de Cariaco. Sin embargo, el continuo crecimiento de *P. perna* y la alta supervivencia (>70%) durante todo el periodo experimental demuestra que no fue afectada por los cambios ambientales que se produjeron en la columna de agua. De los factores ambientales, la disponibilidad de alimento fue el factor ambiental que determinó la diferencia de crecimiento entre las especies en las profundidades experimentales.

*Palabras clave:* Cultivo, profundidad, *Perna*, Golfo de Cariaco, factores ambientales

---

### **Depth effect on growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia:Mytilidae) in suspended culture in the Cariaco Gulf, Sucre state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

The effect of depth (4, 8, and 16 m) on the growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* was evaluated under culture conditions in the Gulf of Cariaco, Venezuela, during a period of six months. Bimonthly, it was determined the dimension and dry mass of the shell, tissues (somatic and reproductive), and the “fouling” on the shell to both species. At each depth, biweekly registrations of temperature, salinity, dissolved oxygen, and food availability (total, organic seston, and fitoplanktonic biomass) were obtained. At 8 m depth, the highest increments were reached in size, dry mass of the shell, and somatic and reproductive tissues, obtaining *P. perna* the highest values. The higher growth at this depth was associated with the values of organic seston (>20 mg/L). In both species the mass of the repeat tended to decrease with the increment of the depth, as well as the biomass of the fouling. The lower growth of *P. viridis*, jointly with the low survival (<30%) in all the experimental depths, suggests little plasticity of this species to adjust to the environmental conditions of the Gulf of Cariaco. However, the continuous growth of *P. perna* and the high survival (>70%) during the experimental period demonstrates that

it was not affected by the environmental changes that took place in the water column. Among the environmental factors, food availability was the most determining on the difference of growth between the species in the experimental depths.

*Keywords:* Culture, depth, *Perna*, Gulf of Cariaco, environmental factors.

## INTRODUCCIÓN

La optimización del crecimiento y los niveles de supervivencia son parámetros determinantes para el cultivo comercial de moluscos bivalvos. En este sentido, se han realizado estudios con la finalidad de evaluar y conocer el efecto de una serie de variables asociadas con los sistemas de cultivo, entre las que se encuentran: densidad (Parsons y Dadswell, 1992; Côte *et al.*, 1993; Acosta *et al.*, 2000), “fouling” (Claereboudt *et al.*, 1994a; Lodeiros y Himmelman, 1996), acción de las olas (Widman y Rhodes, 1991; Freitas *et al.*, 1999) y la profundidad (MacDonald y Bourne, 1989; Emerson *et al.*, 1994; Lodeiros *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 2003; Ngo *et al.*, 2006), siendo éste último uno de los parámetros más evaluados, debido a que los factores ambientales tales como la temperatura, salinidad, oxígeno y disponibilidad de alimento varían con el aumento de la profundidad causando efectos en el crecimiento, supervivencia y reproducción de algunos bivalvos marinos, bajo condiciones de cultivo.

La influencia de la profundidad sobre el crecimiento de bivalvos ha sido ampliamente estudiada en zonas templadas y regiones boreales (Brcelj y Shumway, 1991; Thompson y MacDonald, 1991) en donde se ha encontrado un bajo crecimiento cerca de la superficie (MacDonald y Bourne, 1989; Román *et al.*, 1999), mientras que otros estudios han reportado una disminución del crecimiento por debajo de una profundidad crítica donde las condiciones de temperatura, disponibilidad de alimento y turbidez a menudo exhiben un gradiente vertical subóptimo (Fréchette y Daigle, 2002).

En el Golfo de Cariaco, al nororiente de Venezuela, existen variaciones de la temperatura (Okuda *et al.*, 1978; Mandelli y Ferráz Reyes, 1982) y la biomasa fitoplanctónica a través de la columna de agua (Ferráz Reyes, 1989). Esta variabilidad ambiental ha inducido a realizar estudios en la zona a diferentes profundidades en pectínidos con potencialidades de cultivo en la zona, como *Nodipecten nodosus* y *Euvola ziczac* (Bonmatti, 1994; Freitas *et al.*, 1996;

Lodeiros *et al.*, 1998; Lodeiros y Himmelman, 2000) encontrándose efectos significativos de la profundidad sobre el crecimiento y la reproducción de dichos bivalvos. En este sentido, las diferencias ambientales que se generan a través de la columna de agua, como producto de la variabilidad ambiental que caracteriza las aguas del Golfo de Cariaco, pueden generar cambios en el crecimiento y comportamiento reproductivo de especies de mejillones como *Perna perna* y *P. viridis*, las cuales presentan un gran potencial para ser cultivadas a gran escala en dicha zona. En el presente trabajo, se evaluó el crecimiento y supervivencia de los mejillones *P. perna* y *P. viridis*, bajo tres profundidades experimentales y su relación con los factores ambientales, para establecer estrategias de cultivo con la finalidad de obtener una mayor producción por área de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los mejillones *P. perna* y *P. viridis* fueron recolectados en el banco natural existente en Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela (10°42' N, 63°46' O), los cuales fueron posteriormente trasladados a la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco (10°27'302" N, 64°01'52" O), para su cultivo en cuerdas a diferentes profundidades (4, 8 y 16 m) por un periodo de 6 meses (agosto 2004 a febrero 2005). Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron individuos juveniles con tallas homogéneas y significativamente iguales (ANOVA,  $P > 0,05$ ), para *P. perna* ( $38,3 \pm 2,13$  mm) y para *P. viridis* ( $37,7 \pm 1,46$  mm), respectivamente.

La topografía del fondo de la Ensenada de Turpialito revela un perfil vertical de una considerable inclinación, llegando a unos 45 m de profundidad a 300 m de la orilla, aproximadamente. En dicha zona se instaló un “long line” de 50 m de longitud en donde se colocaron un total de 80 cuerdas (40 correspondiente a cada especie) de 1 m de largo con lotes de 40 mejillones cada una, por un periodo de 7 meses (agosto 2004 a febrero 2005) a diferentes profundidades (4, 8 y 16 m). Los mejillones fueron

fijados a las cuerdas de caucho mediante una malla 100% nylon (tipo NE 200, La Vieira).

Bimensualmente se extrajeron tres cuerdas del "long line" de cada especie de mejillón con la finalidad de evaluar el crecimiento (concha y tejido) y la sobrevivencia en cada una de las profundidades experimentales. A cada organismo se le determinó la longitud antero-posterior de la concha (altura), utilizando un vernier digital de 0,01 mm de apreciación, así como la biomasa seca (70°C/48 h) del músculo, lóbulos gonadales, glándula del biso y resto de tejidos (glándula digestiva, branquias, pie, manto, etc.), con una balanza analítica de 0,001 mm de precisión. De igual manera, para evaluar la masa seca del "fouling", éste fue desprendido de las conchas y colocado en una estufa (70°C/24 h).

Cada 15 días se colectaron muestras de agua por triplicado en cada profundidad con una botella Niskin de 2 L de donde se obtuvieron submuestras para la determinación de la concentración del oxígeno disuelto mediante el método de Winkler (Strickland y Parson, 1972). De la misma botella se tomaron muestras de agua, las cuales fueron previamente filtradas con una malla de 153 µm de tamaño de poro. Para estimar la biomasa fitoplanctónica mediante la concentración de clorofila *a* y el seston en sus componentes total, inorgánico y orgánico, las muestras fueron pasadas por filtros Whatman GF/F de 0,7 µm de diámetro de poro, utilizando un equipo de filtración al vacío Millipore. La clorofila *a* se determinó por el método espectrofotométrico, mientras que el análisis del seston se realizó mediante técnicas gravimétricas descritas en Strickland y Parsons (1972). Los registros de salinidad fueron obtenidos utilizando un refractómetro de 1% de apreciación, mientras que la temperatura fue determinada con un termómetro de inmersión.

Para analizar los parámetros de crecimiento (altura de la concha, masa seca de la concha, músculo, gónadas y resto de tejidos), supervivencia y masa seca del "fouling" se aplicó un ANOVA de dos factores, empleando como factores el tiempo (meses) y las especies de mejillones. Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó una prueba *a posteriori* de Duncan, empleándose un nivel probabilístico de 0,05. Para diferenciar las curvas de crecimiento entre ambas especies en el tiempo, se

compararon sus pendientes aplicando un análisis de covarianza (Ancova), según Sokal y Rohlf (1981).

## RESULTADOS

### Talla

En líneas generales se establecieron diferencias altamente significativas en el crecimiento en talla entre *P. perna* y *P. viridis* en las profundidades, durante todo el período experimental ( $P < 0,001$ ). Ambas especies presentaron un mayor incremento del crecimiento a los 8 m con respecto a las profundidades de 4 y 16 m, el cual siempre fue superior en *P. perna*. Esta tendencia se mantuvo desde el inicio del estudio hasta alcanzar una talla final de  $58,9 \pm 2,9$  mm, con un incremento total de la longitud de la concha de 20,7 mm.

Por el contrario, *P. viridis* alcanzó un crecimiento final de  $49,4 \pm 2,1$  mm, correlativo con un bajo incremento de la concha (11,7 mm). Los organismos expuestos a la profundidad de 4 m mantuvieron un crecimiento significativamente igual ( $P > 0,05$ ) entre agosto y octubre 2004. Sin embargo, a partir de diciembre 2004, el crecimiento de *P. perna* fue progresivo hasta el final del estudio ( $50,3 \pm 2,7$  mm), mientras que en *P. viridis* la longitud de la concha mostró poca variabilidad en el crecimiento, alcanzando finalmente una longitud de  $44,1 \pm 1,6$  mm. A ésta profundidad se obtuvo un incremento de la concha de 14,2 mm para *P. perna* y de 8,4 mm para *P. viridis*, respectivamente. A la profundidad de 16 m ambos mejillones presentaron la menor tasa de crecimiento, observándose el mismo comportamiento antes descrito, con una diferenciación del crecimiento partir de diciembre 2004, siendo significativamente mayor en *P. perna* ( $P < 0,05$ ) alcanzando un incremento total de la concha de 10,4 mm, con una talla final de  $48,5 \pm 2,2$  mm. El incremento de la concha en *P. viridis* fue de 4,9 mm ( $42,6 \pm 1,9$  mm), respectivamente (Figuras 1a, b y c).

### Masa de la concha

Al igual que en la longitud de la concha, ambas especies presentaron diferencias significativas, en todas las profundidades experimentales ( $P < 0,05$ ). A los 8 m ambas especies presentaron los mayores incrementos en la masa seca de la concha, siendo significativamente mayor en *P. perna* con respecto a *P. viridis* ( $P < 0,05$ ; Figuras 2a, b y c). Los mejillones

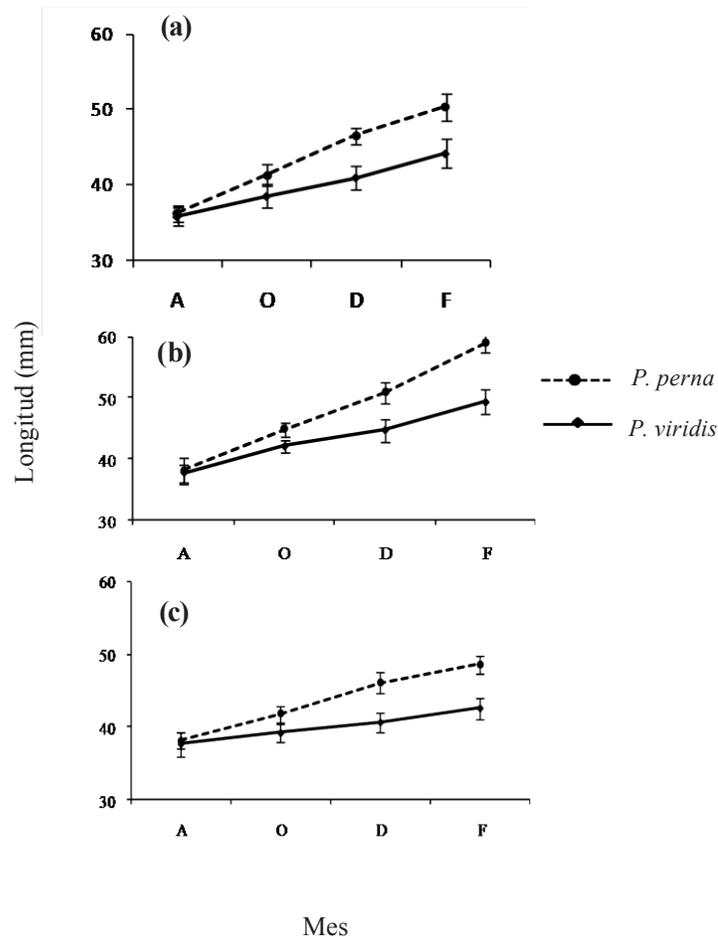


Figura 1. Cambios en la longitud de la concha de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

colocados a 8 m alcanzaron una masa superior con respecto a las otras profundidades experimentales, obteniendo *P. perna* al final de la experiencia una masa de  $8,1 \pm 0,7$  g y *P. viridis* de  $6,0 \pm 0,6$  g, respectivamente. A 4 m, *P. perna* alcanzó una masa seca de la concha de  $7,6 \pm 0,6$  g, mientras que la de *P. viridis* fue  $5,1 \pm 0,5$  g. A 16 m, la masa seca de la concha fue menor a lo largo del estudio en ambas especies con respecto a las otras profundidades experimentales (*P. perna*  $6,9 \pm 0,7$  g; *P. viridis*  $5,1 \pm 0,5$  g, respectivamente).

### Músculo

En este tejido se encontraron diferencias significativas en las profundidades experimentales entre las especies durante todo el período experimental ( $P < 0,05$ ). Las mayores masas de los tejidos también se obtuvieron a los 8 m, seguidos de 4 y 16 m

de profundidad, respectivamente, observándose diferencias altamente significativas en el crecimiento en ambos mejillones y entre las diferentes profundidades durante toda la experiencia ( $P < 0,05$ ). En el músculo, a los 8 m entre agosto y octubre de 2004 se generó un crecimiento significativo en ambas especies; sin embargo, éste fue mayor en *P. perna* y se hizo progresivo hasta el final de la experiencia, alcanzando una masa de  $0,3 \pm 0,05$  g. Contrariamente en *P. viridis*, desde octubre de 2005, se produjo un descenso en el peso del músculo, el cual se mantuvo hasta el final ( $0,1 \pm 0,04$  g). A los 4 m, la masa seca del músculo en *P. perna* presentó un crecimiento progresivo ( $0,3 \pm 0,03$  g), mientras que en *P. viridis* mostró un descenso en febrero 2005 ( $0,1 \pm 0,04$ ). A los 16 m, aunque no se obtuvieron diferencias entre ambas especies, *P. perna* presentó los mayores valores

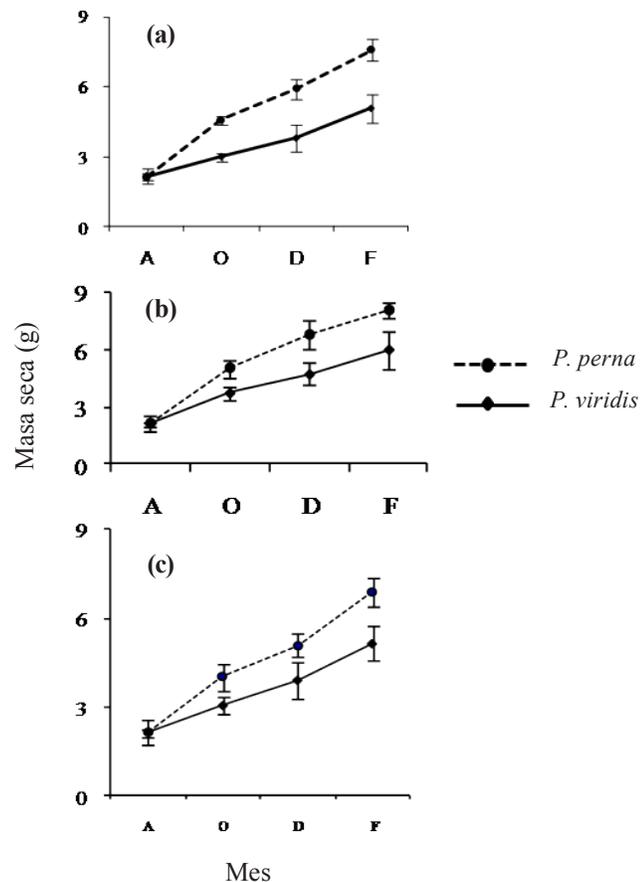


Figura 2. Masa seca de la concha de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

(Figuras 3a, b y c). Con respecto al resto de los tejidos somáticos, ambas especies presentaron el mismo comportamiento antes mencionado, con diferencias altamente significativas en las profundidades entre ambas especies durante toda la experiencia ( $P < 0,05$ . Figuras 3d, e y f).

### Tejido reproductivo

Con respecto a las gónadas, éstas tuvieron comportamientos diferentes entre *P. perna* y *P. viridis* en las diferentes profundidades ( $P < 0,05$ ). En líneas generales, *P. perna* presentó valores significativamente mayores a los alcanzados por *P. viridis* ( $P < 0,05$ ). A los 8 m ambas especies alcanzaron masas gonádicas superiores con respecto a las profundidades de 4 y 16 m. Para el mes de diciembre y a 8 m, se evidenció un incremento del tejido reproductivo en *P. perna* ( $0,1 \pm 0,02$  g), con respecto al de *P. viridis* ( $0,1 \pm 0,02$  g). Por el contrario, el crecimiento de este tejido a los 4 m fue mayor ( $P < 0,05$ ) en *P. perna* ( $0,1 \pm 0,03$  g)

con respecto al alcanzado por *P. viridis* ( $0,04 \pm 0,002$  g). Para el mes de febrero 2005, en ambas especies se produjo una disminución de la masa de la gónada, evidenciándose un desove, que fue mucho más pronunciado a los 8 m y siendo superior en *P. perna*. A los 16 m el tejido reproductivo de *P. perna* mostró un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) en el mes de diciembre ( $0,1 \pm 0,02$  g), para posteriormente presentar un descenso en febrero 2005 ( $0,01 \pm 0,001$  g). Por el contrario, en *P. viridis* no se observó un crecimiento significativo ( $P < 0,05$ ) del tejido reproductivo durante la experiencia (Figuras 4a, b y c).

### Masa del biso

Entre *P. perna* y *P. viridis* se establecieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) en la masa del biso en todas las profundidades durante el experimento. En ambas especies la masa del biso tendió a disminuir con el aumento de la profundidad. La mayor producción de biso la presentó *P. perna*

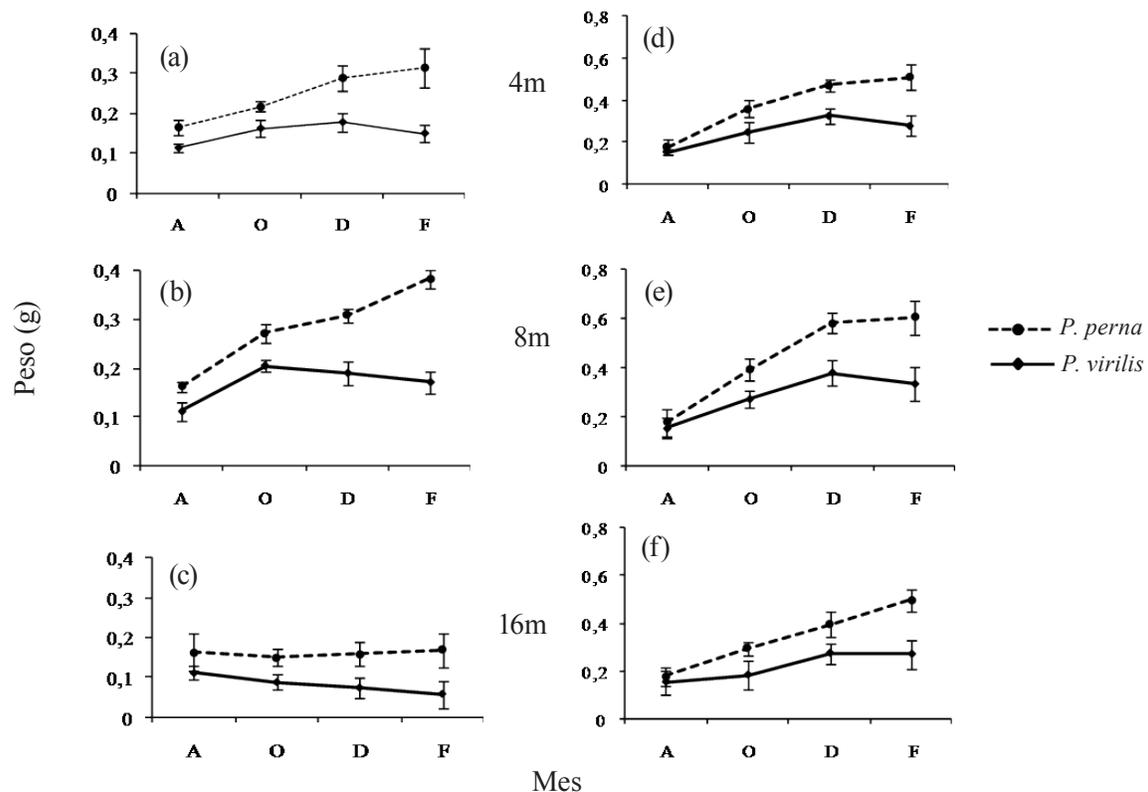


Figura 3. Cambios en la masa seca del músculo (a, b y c), resto de tejido somático (d, e y f) de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4, 8 y 16 m de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

siendo significativamente superior ( $P < 0,05$ ) a la de *P. viridis* en todas las profundidades experimentales y con tendencia a incrementarse con el tiempo (Figuras 5a, b y c).

### Supervivencia

El valor de supervivencia en *P. perna* se mantuvo por encima de 70% en todas las profundidades durante todo el período experimental. Por el contrario, en *P. viridis* la supervivencia presentó una mayor variabilidad a través del tiempo y las profundidades experimentales, estableciéndose diferencias altamente significativas en dichas variables ( $P < 0,05$ ; Figuras 6a, b y c).

### “Fouling”

La masa seca del “fouling” mostró diferencias significativas entre las especies y el período experimental en todas las profundidades ( $P > 0,05$ ). A partir de octubre 2004, se evidenció la incidencia

de organismos incrustantes (fouling) en las conchas de los mejillones. La mayor cantidad de “fouling” sobre la concha de ambos mejillones se observó a los 4 m (*P. perna*  $11,8 \pm 3,0$  g; *P. viridis*  $10,6 \pm 2,1$  g) y 8 m (*P. perna*  $16,8 \pm 2,3$  g; *P. viridis*  $15,1 \pm 2,2$  g), el cual mantuvo una tendencia al aumento desde diciembre 2004 hasta febrero 2005 (período de surgencia costera), haciéndose significativamente igual para ambas especies ( $P > 0,05$ ). Los ejemplares mantenidos a 16 m fueron los que presentaron menor masa de “fouling” sobre su concha; no obstante, a esta profundidad también se evidenció una tendencia al aumento de la masa haciéndose mayor en *P. perna* durante todo el período experimental, alcanzando al final una masa de  $8,7 \pm 1,5$  g en *P. perna* y de  $4,9 \pm 2,0$  g, en *P. viridis*, respectivamente (Figuras 7a, b y c).

La pendiente en la relación del crecimiento expresada en los cambios de la longitud de la concha, masa seca de la concha, músculo, resto de tejido, biso

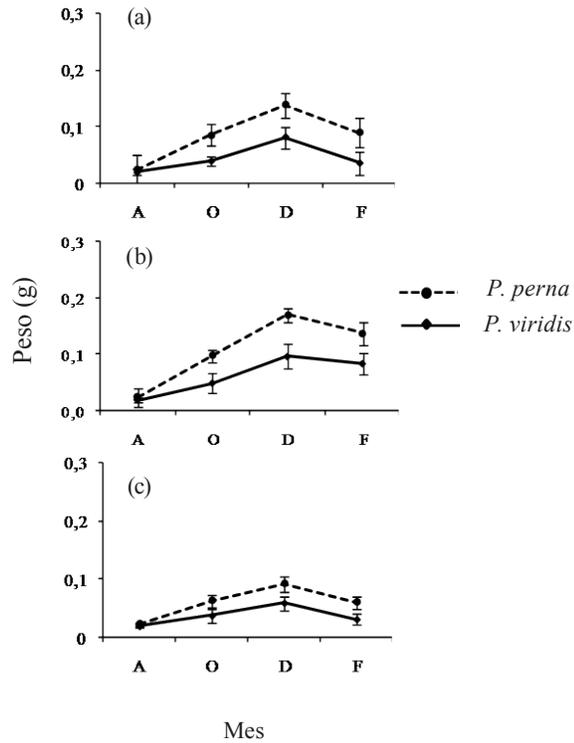


Figura 4. Cambios en la masa seca de la gónada de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004-febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

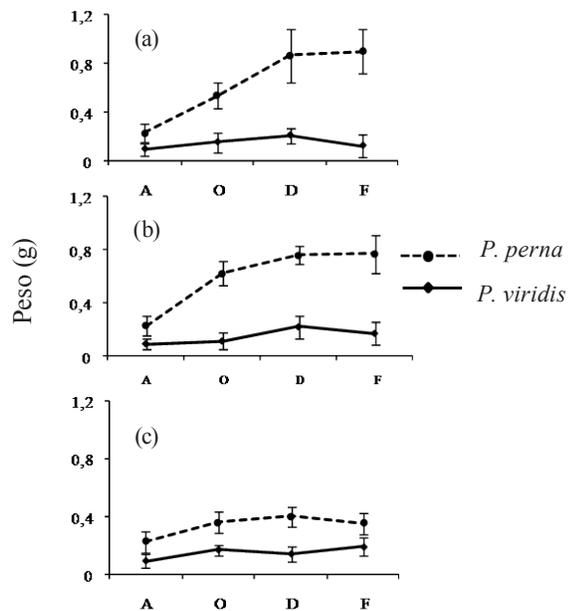


Figura 5. Cambios en la masa seca del biso de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004-febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

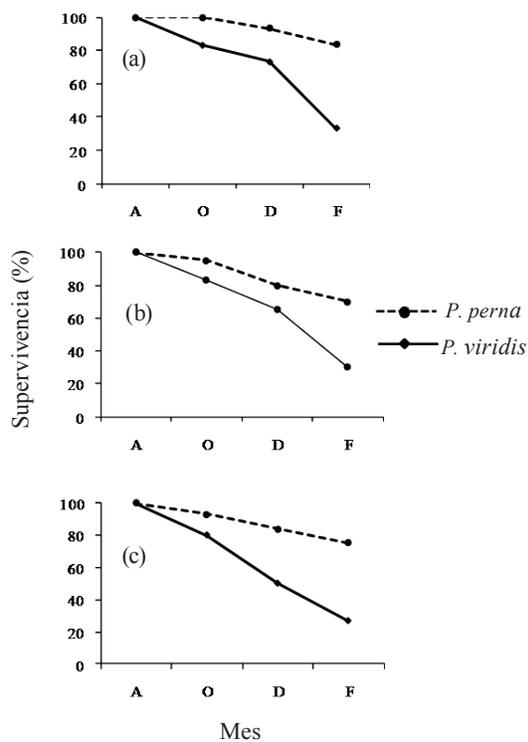


Figura 6. Supervivencia de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005.

y “fouling” resultó ser siempre significativamente mayor en *P. perna* en todas las profundidades experimentales ( $P < 0,001$ ) entre las mismas.

### Factores ambientales

La Figura 8a muestra los valores de la temperatura del agua en las diferentes profundidades experimentales. Entre agosto y septiembre de 2004 se pudo observar una variación de  $\pm 1^\circ\text{C}$  dentro de cada profundidad experimental, mientras que las diferencias de temperatura durante el mismo período entre las profundidades fue de  $\pm 3^\circ\text{C}$ , con una fluctuación entre 26 y  $29^\circ\text{C}$ . A mediados de noviembre 2004, se observó una caída brusca de la temperatura en todas las profundidades de aproximadamente  $5^\circ\text{C}$ , para alcanzar en diciembre de 2004, valores de  $22^\circ\text{C}$ , coincidentes con el inicio de la surgencia costera que anualmente acontece en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman, 2000). Entre enero y febrero 2005 la

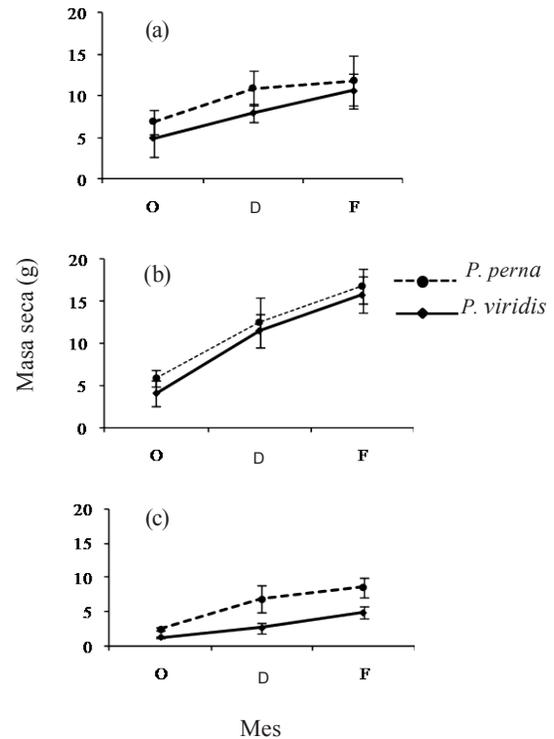


Figura 7. Masa seca del “fouling” sobre la concha de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* mantenidos en cultivo suspendido a 4 (a), 8 (b) y 16 m (c) de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005. Las barras verticales representan intervalos de confianza (95%).

temperatura se mantuvo por encima de  $23^\circ\text{C}$  a los 4 y 8 m, mientras que a los 16 m estuvo entre 21 y  $22^\circ\text{C}$ . La salinidad mostró un comportamiento similar en todas las profundidades, con valores entre 35 y 36‰, durante todo el período experimental (Figura 8b). El oxígeno disuelto en el agua disminuyó con el aumento de la profundidad y mostró una tendencia a incrementarse con el tiempo (Figura 8c).

La biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a*, fue baja entre agosto y octubre de 2004 ( $< 1 \mu\text{g/L}$ ) en todas las profundidades (Figura 8d). A partir de diciembre se observó que a 8 m los niveles de clorofila *a* comenzaron a incrementarse con respecto a las otras profundidades experimentales, comportamiento que se mantuvo hasta el final del estudio, con valores superiores a los  $4 \mu\text{g/L}$ . Para el mismo período, a 4 m se mantuvo por encima de  $3 \mu\text{g/L}$ , en contraste con la

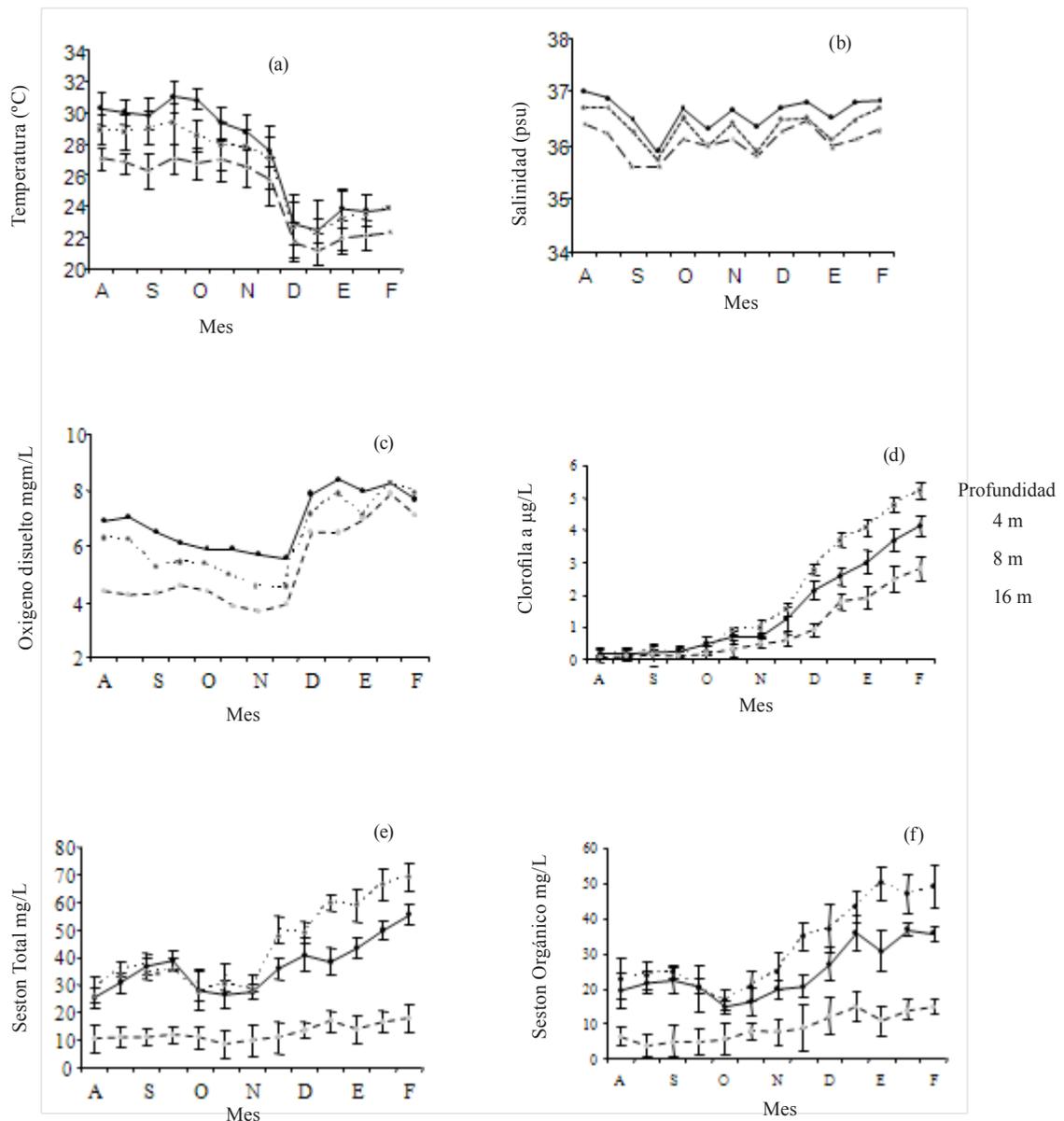


Figura 8. Variaciones de la temperatura (a), salinidad (b), oxígeno disuelto (c), concentración de clorofila *a* (d), seston total (e) y contenido de seston orgánico (f) a 4, 8 y 16 m de profundidad en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco), desde agosto 2004 a febrero 2005.

profundidad de 16 m en donde los niveles de clorofila *a* se mantuvieron en 2 µg/L.

Las concentraciones del seston total mostraron tendencias diferentes en las profundidades experimentales (Figura 8e). Entre agosto y octubre 2004, a 4 y 8 m se obtuvieron valores superiores a los 30 mg/L, mientras que para el mismo período a 16 m, los niveles se mantuvieron en 10 mg/L hasta el final de la experiencia. El seston orgánico mostró un

comportamiento similar al del seston total. En agosto y octubre a 4 y 8 m se obtuvieron valores de 20 mg/L, los cuales mostraron posteriormente una tendencia al aumento, siendo éste siempre mayor a 8 m, alcanzando valores superiores a los 30 mg/L a partir de noviembre. Sin embargo, a 16 m se observó baja variabilidad, ya que los niveles se mantuvieron alrededor de 15 mg/L, durante todo el período experimental (Figura 8f).

## DISCUSIÓN

Las diferencias observadas en cuanto al crecimiento en talla y biomasa de *P. perna* y *P. viridis* en las diferentes profundidades experimentales pueden atribuirse a la variabilidad de los factores ambientales que se produjeron en la columna de agua y a la capacidad fisiológica de cada una de las especies de ajustarse a las condiciones del medio. Los incrementos en talla y biomasa alcanzados a 4 y 8 m, desde el inicio de la experiencia, fueron correlativos con los niveles de seston orgánico registrados en la zona entre agosto y septiembre ( $>20$  mg/L), el cual fue suficiente para soportar el crecimiento de ambos mejillones, tomando en consideración que los mismos se encontraban aún en una etapa juvenil, por lo que toda la energía obtenida estuvo canalizada hacia el crecimiento. Los valores de seston registrados en la zona coincidieron con los aportes nutritivos relativos al período de lluvia que se produce entre mayo y septiembre. Cranford y Grand (1990) señalan que aunque el fitoplancton constituye un importante recurso alimenticio para los bivalvos, el seston orgánico es una fuente de energía alternativa para estos en períodos cuando los niveles de fitoplancton son escasos. No obstante, ambos mejillones alcanzaron los mayores incrementos de la concha a 8 m, con una mayor producción de tejido somático y reproductivo. En el caso de *P. perna*, dicho comportamiento se mantuvo durante todo el período experimental, mientras que en *P. viridis* al final de la experiencia se observaron descensos significativos tanto en el tejido somático como en el reproductivo.

Estudios realizados en el Golfo de Cariaco señalan que los máximos niveles de biomasa fitoplanctónica se encuentran por encima de 10 m, fenómeno que está relacionado con el establecimiento de la termoclina que se produce entre 10 y 15 m, dentro de una profundidad de 30 m (Ferráz Reyes, 1989; Freitas *et al.*, 1996; Marín *et al.*, 2004). Esta característica ambiental explicaría la mayor disponibilidad de alimento a los 8 m y su influencia sobre el crecimiento de ambas especies. En el Golfo de Cariaco existen variaciones en la temperatura de hasta  $1,75^{\circ}\text{C}$  a través de toda la columna de agua, entre la superficie y los estratos inferiores (Mandelli y Ferráz-Reyes, 1982), en donde dicha variabilidad se hace más pronunciada durante la estratificación de la columna de agua. En este estudio se obtuvieron diferencias de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  entre 4 y 16 m, específicamente en agosto/octubre

2004 (período de estratificación), mientras que a 4 y 8 m la diferencia fue menor ( $\pm 1,8^{\circ}\text{C}$ ). Los rangos de temperatura ( $28-29$  y  $29-30^{\circ}\text{C}$  a los 8 y 4 m, respectivamente) que se registraron en los primeros meses del estudio (agosto-octubre 2004) fueron favorables para el crecimiento de ambos organismos, específicamente para *P. viridis*, que aunque mostró un crecimiento menor al de *P. perna*, mantuvo un incremento en su biomasa durante dicho período de tiempo. En este sentido, Arrieche *et al.* (2007) demostraron que *P. viridis* alcanza una alta eficiencia de asimilación del alimento a temperaturas constantes de  $26$  y  $30^{\circ}\text{C}$ , mientras que a temperaturas variables la tasa de filtración se ve afectada. Por lo tanto, la temperatura es un parámetro ambiental que afecta la capacidad de filtración de *P. viridis*, mostrando así un comportamiento característico de una especie tropical, con un patrón diferente al de especies subtropicales como *P. perna*, que está más adaptada metabólicamente y fisiológicamente a los cambios que se producen en el Golfo de Cariaco. Por lo tanto, la acción combinada de la temperatura y la disponibilidad de alimento y sus respectivas variaciones fue lo que marcó la diferencia en el crecimiento de ambas especies en las diferentes profundidades a través del tiempo.

Aparte de las condiciones ambientales, las diferencias en el crecimiento en los mejillones a 4 y 8 m pudieron estar también condicionadas con un posible estrés fisiológico provocado por la exposición de los mejillones a los movimientos que se producen a través de la columna de agua, debido a la incidencia de las olas, específicamente en períodos de mayor prevalencia de vientos, relativos a la surgencia costera (diciembre a enero 2004/2005), donde los organismos a 4 m fueron los más afectados por estar más expuestos. La perturbación física causada por el movimiento de la columna de agua sobre los sistemas de cultivo ha sido demostrada en otras especies, particularmente en pectínidos como *Patinopecten yessoensis* (Ventilla, 1982), *Placopecten magellanicus* (Macdonald y Bourne, 1989) y en el Golfo de Cariaco para en *Euvola ziczac* (Freitas *et al.*, 1999), determinándose un efecto negativo de esta condición ambiental sobre el crecimiento y supervivencia de dichos bivalvos marinos.

La mayor producción de biso obtenido por *P. perna* entre 4 y 8 m se produjo como una estrategia para fijarse más fuertemente a las cuerdas de cultivo, ya que con el transcurrir del tiempo el efecto del

movimiento del sistema de cultivo, por efecto de las olas se hizo más fuerte, debido a la mayor incidencia de vientos, específicamente durante la surgencia costera. Además, la presencia de un biso fuerte es una de las adaptaciones morfológicas que le ha brindado a *P. perna* la capacidad y adaptabilidad de colonizar zonas intermareales rocosas (Mcquaid y Lindsay, 2000). La alta producción de biso garantiza un mayor refuerzo de los mejillones a las cuerdas de cultivo, lo cual evita su posterior desprendimiento. En tal sentido, el alto valor de supervivencia obtenido por *P. perna* (> 70%), durante todo el período experimental pudo estar asociado entre otros factores con la alta producción de biso. Un hecho que soporta lo antes señalado es la disminución progresiva de la supervivencia en *P. viridis*, la cual estuvo relacionada posiblemente, con pérdidas desprendimiento de los mejillones de las cuerdas de cultivo) de los mejillones, por la baja producción de biso.

La profundidad de 16 m se caracterizó por presentar una baja disponibilidad de alimento, con respecto a las profundidades de 4 y 8 m, haciéndose desfavorable este ambiente para el crecimiento de ambas especies de mejillones, específicamente para *P. viridis*, donde el crecimiento de talla, biomasa, actividad reproductiva, producción de biso fueron afectados, así como la supervivencia, la cual disminuyó progresivamente hasta el final de la experiencia, obteniéndose un 20% de organismos vivos a esta profundidad. Estos resultados coinciden con los establecido por Fréchette y Daigle (2002) quienes señalan que el crecimiento disminuye a una profundidad crítica, en la cual la disponibilidad de alimento y la temperatura a menudo alcanzan un umbral para los organismos, donde no se produce crecimiento.

Otros estudios realizados en el Golfo de Cariaco también han reportado una relación inversa entre el crecimiento y el aumento de la profundidad, relacionado principalmente con la disponibilidad de alimento (Bommattí, 1994; Freitas *et al.*, 1996; Lodeiros y Himmelman, 2000), ya que a través de la columna de agua los niveles de clorofila *a* pueden reflejar cambios en la composición y talla de las especies (Andersern y Naas, 1993). Lodeiros y Himmelman (2000) señalan que en el Golfo de Cariaco profundidades entre 21 y 30 m constituyen una alternativa en determinados momentos para el cultivo de pectínidos como *Euvola ziczac*, debido a que dichas profundidades pueden

impedir la presencia de organismos dinoflagelados, causantes de marea roja.

Estos “blooms” han originado mortalidades masivas de *Nodipecten nodosus* cultivados a bajas profundidades (8 m) en el Golfo de Cariaco (Lodeiros *et al.*, 2000; Acosta *et al.*, 2000). De acuerdo a lo antes señalado, profundidades superiores a 8 m podrían emplearse como una estrategia de cultivo en períodos críticos de “blooms” fitoplanctónicos en el Golfo de Cariaco. Esta alternativa se hace valedera tomando en consideración que uno de los principales factores que condujeron al declive (económico y productivo) del cultivo de *P. perna* en el Golfo de Cariaco fue la falta de estrategias de manejo que permitirían contrarrestar los problemas producidos por la incidencia de biotoxinas.

El efecto de la profundidad sobre la actividad reproductiva ha sido documentada en bivalvos marinos, coincidiendo en señalar que las diferencias en la producción de gónadas está asociada principalmente a las diferencias en los recursos alimenticios a través de la columna de agua y con las variaciones de temperatura (Rupp *et al.*, 2004; Ngo *et al.*, 2006). El máximo desarrollo de las gónadas en ambas especies se produjo en diciembre 2004 a las profundidades de 8 y 4 m, coincidiendo con la surgencia costera, donde se obtuvieron altos niveles de clorofila *a*, seston orgánico y bajas temperaturas (22-23°C). Posteriormente, se pudo evidenciar un decrecimiento gonádico, sugiriendo un desove en ambas especies (febrero 2005).

La producción de gónadas se mantuvo sin variabilidad alguna en los ejemplares colocados a 16 m, lo que sugiere que las condiciones ambientales a esta profundidad no permitieron el desarrollo total de las gónadas debido posiblemente a la falta de alimento para cubrir la alta demanda energética que implica la gametogénesis, la cual fue sustentada posiblemente, por los bajos niveles de clorofila *a* observados conjuntamente con los altos niveles de temperatura.

Las diferencias en cuanto a la producción de gónadas entre ambas especies estuvieron relacionadas con la capacidad de cada especie de regular su capacidad de alimentación y tolerancia a las variaciones de temperatura.

El “fouling” es un factor ambiental que también puede influir negativamente en el crecimiento de

los bivalvos (Lodeiros y Himmelman, 1996). En este estudio se descarta el efecto del "fouling" sobre el crecimiento de los mejillones en las diferentes profundidades experimentales, lo cual coincide con lo reportado por Acosta *et al.* (2009) quienes señalan que el "fouling" no afecta el crecimiento de *P. perna* y *P. viridis* bajo condiciones de cultivo suspendido, debido a la posición vertical en la que los mejillones se disponen en las cuerdas, lo cual impide que los organismos que componen el "fouling" tengan efecto directo sobre la apertura y cierre de las valvas. Este señalamiento coincide con lo reportado por otros autores para *P. perna* quienes han señalado que este parámetro no tiene efecto sobre el crecimiento de ésta especie (Monteiro y Silva, 1995; Metri *et al.*, 2002).

Las concentraciones de oxígeno y salinidad manifestaron cierta variación a través de las diferentes profundidades con intervalos de 4-8 mg/L y 36-37‰, respectivamente, los cuales se encuentran dentro los límites que no afectan fisiológicamente a dichos mejillones. En *P. viridis* y *P. perna* los valores óptimos de concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores a 5 mg/L y salinidad mayor a 28‰ (Segnini *et al.*, 1998; Segnini, 2003), los cuales se obtuvieron durante el período experimental. Estudios fisiológicos sobre el efecto de la concentración del oxígeno y la salinidad bajo condiciones controladas y su relación con la temperatura son necesarios para verificar la hipótesis antes señalada. El menor crecimiento de *P. viridis*, conjuntamente con la baja supervivencia en todas las profundidades experimentales sugiere la poca plasticidad de esta especie para ajustarse a las condiciones ambientales que se producen el Golfo de Cariaco. Sin embargo, el continuo crecimiento de *P. perna* durante todo el período experimental demuestra que es poco afectada por los cambios ambientales que se producen, a través de la columna de agua.

La alta supervivencia (>70%) mantenida por *P. perna* en todas las profundidades experimentales indica que es una excelente especie que muestra un rápido crecimiento en condiciones de cultivo suspendido. No obstante, se recomienda el cultivo de esta especie por encima de los 8 m y hasta 12 m de profundidad, lo que permitiría aprovechar mejor la profundidad del ambiente, con un mayor rendimiento de cultivo. De los factores ambientales analizados, la disponibilidad de alimento mostró ser el factor ambiental que determinó el crecimiento entre las especies.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, a través del proyecto CI/5-1001-1155/03. Los autores agradecen la colaboración técnica del Lic. Paulino Núñez.

## LITERATURA CITADA

- Acosta V., L. Freites y C. Lodeiros. 2000. Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la supervivencia de juveniles del pectínido *Lyropecten* (Nodipecten) *nodosus* (Pteroida: Pectinidae), bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48: 799-806.
- Acosta V., M. Glem, T. Urbano, Y. Natera, J. Himmelman, M. Rey Méndez y C. Lodeiros. 2009. Differential growth of the mussels *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *J. World Aquacult. Soc.*, 40(2): 227-236.
- Andersern S. y K. Naas. 1993. Shell growth and survival of scallops *Pecten maximus* L. in a fertilized, shallow sea-water pond. *Aquaculture*, 110: 71-86.
- Arrieche D., A. Maeda Martínez, V. Acosta, L. Freites y C. Lodeiros. 2007. Scope for growth of the green mussel *Perna viridis* at constant and variable temperatures. 40<sup>mo</sup> Annual Meeting Western Soc. Malacologists. La Paz, México.
- Bayne B. y C. Newell. 1993. Physiological energetic of marine mollusk. *En* Salenium A.S.M. y K.M. Wilbur (Eds.) *The Mollusca*. Academic Press. New York, EUA. pp. 407-415.
- Bonmatti A. 1994. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de tres clases de tallas de la vieira tropical *Euvola* (*Pecten*) *ziczac* (Linné, 1758) bajo condiciones de cultivo suspendido, en el Golfo de Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Dep. Biología. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Brcelj V. y M. Shumway. 1991. Physiology: energy acquisition and utilization. *En* Shumway, S.E. (Ed.) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Development in Aquaculture and

- Fisheries Science, Vol. 21. Elsevier, New York, EUA. pp. 305-346.
- Claereboudt M., D. Bureau, J. Côté y J. Himmelman. 1994. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121: 327-342.
- Côté J. y J. Himmelman. 1993. Influence of density and depth on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture in the Baie des Chaleurs. Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 1857-1869.
- Cranford P. y J. Grand 1990. Particle clearance and absorption of phytoplankton and detritus by the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 137: 105-121.
- Emerson C., J. Grant, A. Mallet y C. Carver. 1994. Growth and survival of sea scallops *Placopecten magellanicus*: effects of culture depth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 108: 119-132.
- Ferráz Reyes E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr.*, 28(1 y 2): 47-56.
- Freites L., A. Vélez y L. Hurtado. 1996. Crecimiento y producción secundaria del bivalvo *Euvola (Pecten) ziczac* (L.), en cultivo suspendido a tres profundidades. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 35(1 & 2). 17-26.
- Freites L., J. Côté, J. Himmelman y C. Lodeiros. 1999. Effects of wave action on the growth and survival of scallops *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 239: 47-59.
- Fréchette M. y G. Daigle. 2002. Reduced growth of Iceland scallops *Chlamys islandica* (O.F. Müller) cultured near the bottom: a modeling study of alternative hypotheses. *J. Shellfish Res.*, 21: 87-91.
- Kang C., M. Park, P. Lee, W. Choi y W. Lee. 2003. Seasonal variations in conditions, reproductive activity, and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), in suspended culture in two coastal bays of Korea. *J. Shellfish Res.*, 19: 771-778.
- Lodeiros C. y J. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquacult. Res.*, 27: 749-756.
- Lodeiros C., J. Rengel, L. Freites y J. Himmelman. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. *Aquaculture*, 165: 41-50.
- Lodeiros C. y J. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182, 91-114.
- MacDonald B. y F. Bourne. 1989. Growth, reproductive output, and energy partitioning in weathervane scallops, *Patinopecten caurinus*, from British Columbia. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, 44: 152-160.
- McQuaid C. y T. Lindsay. 2000. Effect of wave exposure on growth and mortality rates of the mussel *Perna perna*: bottom-up regulation of intertidal populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 206: 147-154.
- Mandelli E. y E. Ferráz Reyes. 1982. Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 67: 85-95.
- Marín B., C. Lodeiros y D. Figueroa. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del zooplancton y su relación con factores ambientales en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 14(2): 133-139.
- Metri R., R. Rocha y A. Marenzi. 2002. Epibiosis reduction on productivity in a mussel culture of *Perna perna* (Linné, 1758). *Braz. Arch. Biol. Tech.*, 3:325-331.
- Monteiro L. y S. Silva. 1995. Influência da exposição ao ar sobre a epifauna, crescimento e índice de condição do mexilhão *Perna perna*, na Baía da Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Publicação. Esp. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, 11: 115-121.

- Marín B., C. Lodeiros y D. Figueroa. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del zooplancton y su relación con factores ambientales en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 14(2): 133-139.
- Ngo T., S. Kang, D. Kang, P. Sorgelos y K. Choi. 2006. Effect of culture depth on the proximate composition and reproduction of the Pacific oyster, *Crasostrea gigas* from Gosung Bay, Korea. *Aquaculture*, 253: 712-720
- Okuda T., J. Benítez, J. Bonilla y G. Cedeño. 1978. Características hidrobiológicas de Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 17: 68-88.
- Parsons J. y M. Dadswell. 1992. Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallops, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103: 291-309
- Román G., M. Campos, C. Acosta y J. Cano. 1999. Growth of the queen scallops (*Aequipecten opercularis*) in suspended culture: influence of density and depth, *Aquaculture*, 178: 43-62.
- Rupp G., G. Parsons, R. Thompson y M. Bem. 2004. Effect of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lions paw scallop, *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). *J. Shellfish Res.*, 23(2): 473-482.
- Segnini M., K. Chung y J. Pérez. 1998. Salinity and temperature tolerances of the green and brown mussels, *Perna viridis* and *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *Rev. Biol. Trop.*, 46: 121-125.
- Segnini M. 2003. Influence of salinity on the Physiological conditions in mussels, *Perna perna* and *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae). *Rev. Biol. Trop.*, 51: 153-158.
- Sokal R. y F. Rohlf. 1981. *Biometry: The Principles and Practices of Statistics in Biological Research*. Freeman and Co. New York, EUA.
- Strikland J. y T. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Rev.*, 16: 167-315.
- Thompson R. y B. MacDonald. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. *En* Shumway S.E. (Ed.) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam. pp. 347-376.
- Widman J. y E. Rhodes. 1991. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. *Aquaculture*, 99: 257-267.
- Ventilla R. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.*, 20: 309-382.

## Larva de mosca doméstica como alternativa na alimentação de lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*)

Rodrigo Fortes da Silva\*, Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, Rodrigo D. Navarro, Rafael Bastos Teixeira, Samuel Galvão de Freitas, Marcelo Maia Pereira, Eriton E. Lisboa Valente e Luiz C. dos Santos

Dept. Biologia Animal, Ranário experimental, Universidade Federal de Viçosa, Av P.H. Rolfs, CEP: 36571-000. Viçosa, Minas Gerais. Brasil. \*Coréu eletrônico: fortesrs@yahoo.com.br

### RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho do lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*) utilizando larva de mosca (*Musca domestica*) como alimento em substituição à ração. Foram utilizados 600 alevinos de lambari bocarra com peso inicial de  $0,88 \pm 0,14$  g e comprimento médio de  $3,62 \pm 0,30$  cm em um experimento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, T1: 100% de ração, T2: 25% larva + 75% ração, T3: 50% larva + 50% ração, T4: 75% larva + 25% ração e T5: 100% larva, com 4 repetições e 30 alevinos por caixa com capacidade para 1.000 L. O tratamento T1 não apresentou diferenças significativa ( $P > 0,05$ ) para peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e comprimento total entre os demais, obtendo os piores resultados. Para o comprimento padrão os tratamentos T2, T3 e T5 obtiveram resultados superiores ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na taxa de crescimento específico para todos os tratamentos. Para o rendimento de carcaça os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos T2 e T4. O tratamento T1 obteve o pior resultado para o índice víscero somático ( $P < 0,05$ ), devido ao baixo conteúdo de gordura visceral. Para a produção de lambari, pode-se utilizar 75% de larva em substituição a ração de 32% PB, proporcionando melhor desempenho em relação ao rendimento de carcaça. Já para peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e comprimento total pode-se utilizar até 100% de larva de mosca em substituição a ração de 32% proteína bruta.

*Palavras chave:* larva de Mosca, alimento, *Oligusarcus argenteus*

## Fly worm as alternative to feed lambari bocarra (*Oligusarcus argenteus*)

### ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the lambari's performance (*Oligusarcus argenteus*) using fly worms (*Musca domestica*) as a feeding source in substitution to ration. Six hundred fingerlings of lambari bocarra were used with initial mean weight of  $0.88 \pm 0.14$  g and an average length of  $3.62 \pm 0.30$  cm. A complete randomized experimental design was used with five treatments, T1: 100% of ration, T2: 25% of fly worms and 75% of ration, T3: 50% of fly worms and 50% of ration, T4: 75% of fly worms and 25% of ration, and T5; 100% of fly worms with four repetitions and 30 fingerlings in each aquarium. Fingerlings were kept in an aquarium of 1.000 L volume. T1 treatment showed no significant differences ( $P > 0.05$ ) for final weight, weight gain, daily weight gain, and total length compared to the other treatments, obtaining the worst results. For the standard length, treatments T2, T3, and T5 obtained the best results ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) for specific growth rate for all treatments. For the carcass yield the best results were observed in treatments T2 and T4. Treatment T1 obtained the worst result for viscer somatic index ( $P < 0.05$ ). For the production of lambari, it could be used 75% of fly worms instead of 32% PB ration, which provides better results for carcass yield. For final weight, weight gain, daily weight gain and total length it could be used up to 100% of fly worms in substitution to 32% crude protein ration.

*Keywords:* fly worms, feeding, *Oligusarcus argenteus*

## INTRODUÇÃO

Dentre as diversas espécies nativas cultivadas no Brasil, o lambari bocarra (*Oligosarcus argenteus*) oriundo da bacia do São Francisco é um peixe que vem ganhando destaque nas pisciculturas brasileiras, graças ao seu bom potencial zootécnico e a boa aceitação de sua carne no mercado Navarro *et al.* (2003). O bocarra é uma espécie que apresenta características zootécnicas consideráveis para seu aproveitamento na aquicultura e tem sido utilizado em consórcio com espécies prolíferas a fim de controlar super populações Rezende *et al.* (2005).

Na aquicultura intensiva o custo da alimentação corresponde mais que 50% do custo total de produção por causa do alto custo da proteína utilizada na elaboração das rações (Dalsgaard *et al.*, 2009). A alimentação dos peixes carnívoros possui elevado nível protéico, sendo esta a fração mais onerosa na ração. Assim, é necessário buscar fontes alternativas que contenham ingredientes de menor custo, a fim de tornar a criação mais rentável (Furuya *et al.*, 1996; Galdioli *et al.*, 2000; Navarro *et al.*, 2007). Outros trabalhos têm evidenciado alternativas de proteína de origem animal e vegetal para alimentação de peixe carnívoro como farelo de soja (El-Sayed, 1992), farelo de canola (Furuya *et al.*, 2001), farelo de coco (Pezzato *et al.*, 2000), levedura desidratada de álcool (Baccarin e Pezzato, 2001) e farinha de minhoca (Rotta *et al.*, 2003).

Uma fonte alternativa de proteína de origem animal que vem sendo empregada na rancicultura como estimulador da alimentação de rãs, porém pouco explorada na piscicultura comercial é a larva de mosca (*Musca domestica*). A obtenção das larvas através de criação em moscários é relativamente fácil e não ocasiona maiores custos de produção. De acordo com Pedrosa de Paiva (2001), a larva de mosca doméstica é uma excelente fonte de nutrientes comparada com farinha de soja, carne e até mesmo de peixe e possui grande potencial para a utilização em alimentação animal.

Esta larva também já foi utilizada para engorda de frango de corte onde foi observado o alto conteúdo de energia metabolizável das larvas secas, (energia metabolizável aparente = 4.071 kcal/kg), podendo ser explicado por seu alto conteúdo de óleo (22%) e pela alta proporção de ácidos graxos insaturados (aproximadamente 49% do total), o que melhora

a absorção dos ácidos graxos saturados (Pro *et al.*, 1999; Weigert *et al.*, 2002). Contudo, a criação de larvas de moscas para alimentação animal deve ser feita com resíduos livres de contaminação por agentes patogênicos (microrganismos que causam doenças) de forma a garantir a qualidade final do alimento e a aceitação deste produto no mercado (Pedrosa de Paiva, 2001).

Neste contexto é preciso buscar alimentos alternativos a fim de reduzir custos na atividade piscícola, para que o pescado chegue aos consumidores com preço mais acessível. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o desempenho do lambari bocarra (*Oligosarcus argenteus*) utilizando larva de mosca (*Musca domestica*) como alternativa alimentar.

## MATERIALES E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ranário experimental do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a julho de 2005.

Foram utilizados 600 alevinos de lambari bocarra, produzidos naturalmente, na Estação de Piscicultura e Hidrobiologia da UFV, os quais foram coletados pôr rede de arrasto. O peso médio inicial dos animais foi de  $0,88 \pm 0,14$  g e comprimento médio de  $3,62 \pm 0,30$  cm. Os animais foram alojados na densidade de 30 alevinos por caixa em 20 caixas de amianto com volume de 1.000 L. A renovação de água foi feita pela manhã e as caixas foram sifonadas, a cada dois dias, para retirar sobras de ração e fezes. A renovação foi de 100% diariamente, não sendo utilizado sistema de aeração.

O experimento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, T1: 100% de ração, T2: 25% larva + 75% ração, T3: 50% larva + 50% ração, T4: 75% larva + 25% ração e T5: 100 % larva, com quatro repetições por tratamento, sendo 30 animais por repetição. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, nos horários de 9:00 e 16:00 h. Foi utilizada uma ração comercial para alevinos, extrusada com peletes de 4 mm e com 32,0% proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) 3,0%, matéria fibrosa (MF) 8,0%, matéria mineral (MM) 11,0%, cálcio 1,8% e fósforo 0,6%. O teor de PB foi baseado em dieta para alevinos da espécie segundo Andrade e Vidal Jr. (1994). O alimento fornecido aos animais era calculado de

acordo com a biomassa em 7% do peso vivo até o vigésimo dia e 5% até o final do experimento.

A larva de mosca foi obtida no moscário do ranário experimental - UFV. As moscas que deram origem às larvas utilizadas no experimento foram tratadas a base de leite de vaca, e açúcar, e o manejo das moscas e larvas eram feitos assepticamente dentro dos padrões de higiene. Para a criação das moscas se utilizaram gaiolas de armação de madeira com 1 m<sup>3</sup> de volume e cercada por tela de 1 mm. As larvas foram alimentadas com ração comercial para aves de postura, esterco de aves e farelo de trigo, utilizando-se aquecedores de ambiente para maximizar o crescimento das mesmas. A idade das larvas para o fornecimento como alimento no experimento foi de três dias. A larva de mosca foi produzida no moscário instalado nas dependências do Ranário Experimental utilizando a técnica descrita por Aleixo *et al.* (1984). Após a postura ocorria o nascimento das larvas em 12 a 24 h. Essas levaram 3 a 6 dias alimentando-se e realizando trocas da epiderme. Após esse período, com as larvas totalmente desenvolvidas, as mesmas eram capturadas no fundo do recipiente onde estavam e levadas a alimentação dos peixes.

A temperatura da água foi aferida diariamente, às 08 h: 00 min, 12 h: 30 min e 17 h: 00 min horas, com um termômetro digital. O pH, oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica foram monitorados a cada sete dias. A cada 15 dias foram realizadas biometrias, onde 50% dos animais foram capturados aleatoriamente com o auxílio de um puçá de 3 cm de malha entre nós. Os animais foram colocados sobre uma bancada e medidos com um paquímetro de precisão 0,005 cm. Para verificação do peso utilizou-se balança de precisão 0,001 g. A quantidade de alimento fornecida aos peixes foi calculado em 2% do peso vivo. Ao final do experimento todos os animais foram insensibilizados em água com gelo e após a medição de peso e comprimento, foram abatidos peso de carcaça e vísceras.

Foi calculado o índice viscerosômático (IVS), como  $IVS = (WV/Wt) \times 100$ , onde WV = peso da víscera e Wt = peso total do animal. O ganho de peso dos peixes (GP) foi calculado pela diferença do peso final e inicial e taxa de crescimento específico (TCE) que foi determinada pela fórmula  $TCE = ((\ln) PTF - (\ln) PTI)/TE$ , onde PTF = peso total final, PTI = peso total inicial e TE = tempo total do experimento.

Os resultados foram analisados pelo teste de média Duncan a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAEG (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água avaliados permaneceram normais e dentro das condições ótimas para o crescimento da espécie em todos os tratamentos de acordo com Castagnolli (1992). Os valores médios observados para os parâmetros monitorados foram pH  $7,3 \pm 0,14$ , oxigênio dissolvido  $6,66 \pm 0,20$  mg/L, condutividade elétrica  $79,16 \pm 13,53$   $\mu$ s/L, a temperatura média da manhã ficou em  $24,0 \pm 3^\circ\text{C}$  e da tarde ficou em  $30,0 \pm 0,6^\circ\text{C}$ .

Com relação ao comprimento padrão os tratamentos T2, T3 e T5 obtiveram os melhores resultados ( $P < 0,05$ ). O tratamento T1, apesar de ter 100% do alimento concentrado, não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e comprimento total, mostrando resultado inferior aos demais. Apesar do resultado não diferir entre os tratamentos T2, T3, T4 e T5, para os parâmetros citados anteriormente, o tratamento T4 apresentou peso final, ganho de peso e ganho de peso diário mais elevado (Tabela 1).

Segundo Stafford e Tacon (1984) trabalhando com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), os peixes que foram alimentados com ração com nível de substituição de 10% da farinha de peixe pela farinha de minhoca (*Denrodriulus sububicundus*) apresentaram pesos mais elevados, quando comparados aos alimentados com rações com níveis de substituição de 0, 50 e 100%. Já Rotta *et al.* (2003) observaram que houve melhor desempenho para tilápia nilótica em substituição da farinha de peixe por farinha de minhoca em 20%. Em outro trabalho, Hilton (1983) utilizando farinha de minhoca (*Eudrilus eugeniae*) como fonte protéica para truta arco íris observou que o nível de 50% apresentou os melhores resultados de desempenho.

Quanto à taxa de crescimento específico não se observou diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Apesar do resultado não significativo, os tratamentos 3, 4 e 5 apresentaram valores mais elevados (Tabela 2). Já Rotta *et al.* (2003) observaram que a substituição de 20% da farinha de peixe pela farinha de minhoca proporcionou melhor taxa de crescimento específico para tilápia do Nilo. Na análise do rendimento de

Tabela 1. Peso final (PF), ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) em 60 dias de experimento com lambari bocarra (*Oligosarcus argenteus*).

Tratamento	Parâmetros				
	PF	GP	GPD	CT	CP
	----- g -----			----- cm -----	
T1	2,61b†	1,72b	0,02b	6,27b	5,29b
T2	3,14a	2,23a	0,03a	6,88a	5,70a
T3	3,11a	2,22a	0,03a	6,65a	5,52ab
T4	3,33a	2,44a	0,04a	6,85a	5,25b
T5	2,97ab	2,08ab	0,03ab	6,60ab	5,55ab
C.V.	36,33	51,53	51,93	12,52	16,76

† Letras distintas indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Duncan.

carcaça não foi observada diferença significativa entre os tratamentos 2, 4 e 5, apesar dos tratamentos 2 e 4 apresentaram melhores resultados. Já o tratamento T1 obteve resultado inferior para o índice víscero somático ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2).

Os resultados alcançados entre os tratamentos possivelmente tem a ver com a qualidade da proteína da larva de mosca devido não só ao seu valor nutricional, mas também por ser uma proteína fresca. Esmail (1996), trabalhando com pintos da raça Leghorn Branca, observaram que 28% de suplementação das necessidades protéicas das aves com polpas de mosca doméstica proporcionaram semelhante ganho de peso e conversão alimentar comparado com os grupos controle suplementados com farinha de peixe, soja e carne e osso. Baseado nessas pesquisas, o autor concluiu que as pupas de mosca doméstica podem servir como fonte de suplementação de proteínas para esses animais.

Outra hipótese para os resultados entre os tratamentos poderia ser que a ração utilizada neste trabalho não supre as exigências protéicas da espécie ou pelo menos não supriria a exigência na fase de crescimento uma vez que são peixes carnívoros. Mesmo os níveis de nutrientes da dieta estando de acordo com Andrade e Vidal Jr. (1994) as rações elaboradas para peixes carnívoros geralmente possui valores acima da recomendação dos autores. Nogueira *et al.* (2005), trabalharam com dois níveis de exigência de proteína, 28 e 42% PB para o trairão do

Amazonas (*Hoplias lacerdae*) e chegaram a conclusão de que a dieta com maior conteúdo protéico atenderia melhor as exigências de juvenis desta espécie. Vários autores confirmam a necessidade de altos nível de proteína na ração para peixes carnívoros. Lee *et al.* (2001), trabalhando com juvenis de corvina gigante (*Nibeia japonica*), observaram melhores ganhos de peso com reações contendo 45% PB, valor muito acima do utilizado neste trabalho. Catacutan *et al.* (2001) constataram que 44% PB foram considerados ideais para o ganho de peso e conversão alimentar em *Lutjanos argentimaculatos*. Duan *et al.* (2001) observaram melhores ganhos de pesos e conversão alimentar com ração contendo 47% PB para *Pseudosciaena crocea*.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que a substituição de 75% de larva de mosca na ração proporciona melhor rendimento de carcaça. Já para peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e comprimento total pode-se utilizar até 100% de larva de mosca em substituição a dietas de 32% PB para o lambari bocarra. De acordo com os dados obtidos, é possível a utilização de larva de mosca doméstica como fonte alternativa de alimento em substituição a fontes protéicas mais onerosas.

Tabela 2. Taxa de crescimento específico (TCE), rendimento de carcaça (RC), índice víscero somático (IVS) em 60 dias de experimento com lambari bocarra (*Oligosarcus argenteus*).

Tratamento	Parâmetros		
	TCE	RC	IVS
	----- % -----		
T1	0,018a†	87,27c	14,82a
T2	0,020a	90,50a	9,96c
T3	0,021a	88,56bc	13,29ab
T4	0,021a	90,97a	10,57c
T5	0,021a	89,56ab	11,94bc
C.V. (%)	13,13	4,30	72,23

† Letras distintas indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Duncan.

#### LITERATURA CITADA

- Aleixo R.C., S.L. Lima e C.A. Agostinho. 1984. Criação da mosca doméstica para suplementação alimentar de rãs. Informe Técnico, 46. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Brasil.
- Andrade Dr. e M.V. Vidal Jr.. 1994. Criação de Peixe: Lambari Bocarra (*Oligosarcus argenteus*). Universidade Federal de Viçosa, 15(71): 7-11.
- Baccarin A.E. e L.E. Pezzato. 2001. Efeito da utilização da levedura desidratada de álcool em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Pesq. Agrop. Brás., 36(3): 549-556.
- Catacutan M.R., G.E. Pagador e S. Teshima. 2001. Effect of dietary protein and lipid levels and protein to energy ration on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal 1775). Aquacul. Res., 32: 811-819.
- Dalsgaard J., K.S. Ekmann, P.B. Pedersen e V. Verlhac. 2009. Effect of supplemented fungal phytase on performance and phosphorus availability by phosphorus-depleted juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and on the magnitude and composition of phosphorus waste output. Aquaculture, 286(3): 105-112.
- Duan Q., K. Mai, H. Zhong, L. Si e X. Wang. 2001. Studies on the nutrition of the large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* R.I. growth response to graded levels of dietary protein and lipid. Aquacul. Res., 32: 46-52.
- Furuya W.M., C. Hayashi e V.R. Furuya. 1996. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase juvenil. Unimar, 18(2): 307-319.
- Furuya W.M., L.E. Pezzato, V.R. Furuya e E.C. Miranda. 2001. Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Rev. Bra. Zootecnia, 30(4): 1143-1149.
- El-Sayed A.M. e S. Teshima. 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 103(1): 55-63.
- Esmail S.H.M. 1996. Fly pupae as a protein source. World Poultry, 12(10): 69-70.
- Castagnolli N. 1992. Piscicultura de Água Doce. Funep. Jaboticabal, Brasil.
- Galdioli E.M., C. Hayashi, C.M. Soares, W.M. Furuya e M.Y. Nagae. 2000. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Phochilodus lineatus* V.). Acta Scien., 22(2): 471-477.
- Hilton J.W. 1983. Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diets formulations. Aquaculture, 32: 277-283.

- Lee H.W., K. Cho, J.E. Lee e S.G. Yang. 2001. Dietary protein requirement of juvenile giant croaker, *Nibea japonica*. *Aquacul. Res.*, 32: 12-18.
- Navarro R.D., O.P. Ribeiro Filho, R.F. Silva, L.L. Calado, F.P. Rezende, C.S. Silva e L.C. Santos. 2003. Influência do sexo no desempenho de lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jenyns, 1842). *Zootecnia Trop.*, 21(4): 359-369.
- Navarro R.D., R.F. Silva, O.P. Ribeiro Filho, L.L. Calado, F.P. Rezende, C.S. Silva e L.C. Santos. 2006. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. *Zootecnia Trop.*, 24: 22-33.
- Navarro R.D., E.A. Lanna, J.L. Donzele, S.L. Matta e M.A. Souza. 2007. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. *Acta Scien. Zootec.*, 29(1): 109-114.
- Nogueira G.C., A.L. Salaro, R.K. Luz, J.A. Zuanon, D.M. Lambertucci, R.A. Salerno, R. Sakabe e W.A. Araújo. 2005. Desempenho produtivo de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com rações comerciais. *Ceres*, 52(302): 491-497.
- Pedroso de Paiva D. 2001. Produção de larvas de moscas para alimentação de galinhas e pássaros. *Embrapa Suínos e Aves*, 3(1): 1-4.
- Pezzato L.E., E.C. Miranda, M.M. Barros, L.G. Quintero, A.C. Pezzato e W.M. Furuya. 2000. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scien.*, 22(13): 695-699.
- Pro A.M., M.G. Cuca e C.P. Becerril. 1999. Estimación de la energía metabolizable y utilización de larva de mosca (*Musca domestica* L.) en la alimentación de pollos de engorda. *Arch. Latin. Prod. Anim.*, 7(1): 39-51.
- Rezende F.P., O.P. Ribeiro Filho, M.M. Pereira, E.Y. Takabatake, R.D. Navarro, L.C. Santos, R.F. Silva e C.B. Camargo Filho. 2005. Eficiência de diferentes substratos na desova de lambari também *Astyanax bimaculatus* L, 1758. *Ceres*, 52(302): 527-533.
- Rotta M.A., L.O. Afonso, A.M. Penz Jr. e G.J. Wassermann. 2003. Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larvas de tilápia. *Bol. Pesquisa e Desenvolvimento*, V. 3. Embrapa Pantanal, Corumbá. Brasil.
- SAEG. 2000. Manual de utilização do programa SAEG. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Brasil.
- Stafford E.A e A.G. Tacon. 1984. Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, growth on domestic sewage, in trout diets. *Agric. Wastes*, 9: 249-266.
- Weigert S.C., M.R. Figueiredo, D. Loebmann, J.A. Nunes e A.L. Santos. 2002. Influência da temperatura e do tipo de substrato na produção de larvas de *Musca domestica* L, 1758 (Diptera, Muscidae). *Rev. Bras. Zootec.*, 31(5): 1886-1889.

## Prevalencia de ecto y endoparásitos en cerdas gestantes y lactantes bajo cuatro sistemas de producción

José A. Baranenko<sup>1</sup>, Jessica Quijada<sup>2\*</sup>, Carlos González<sup>1</sup>, Humberto Araque<sup>1</sup>, Isis Vivas<sup>2</sup>, Arlett Pérez<sup>2</sup>, Angélica Bethencourt<sup>2</sup> y Elena Moissant de R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. Venezuela.

<sup>2</sup>UCV, Facultad de Ciencias Veterinarias. Apartado Postal 4563. Maracay 2101, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: jessica.quijada@ucv.ve

### RESUMEN

El parasitismo gastrointestinal y los ectoparásitos son enfermedades limitantes en la producción de cerdos a nivel mundial, incrementan los costos de producción por la necesidad de implementar programas de control y por el comiso de órganos a nivel de matadero. Con el objetivo de determinar la prevalencia de ectoparásitos y endoparásitos (*Ascaris suum*, coccidias y estróngilos) en cerdas gestantes y lactantes sometidas a cuatro sistemas de manejo, se condujo el presente estudio. Un lote de 64 cerdas (línea Camborough 22), de similar edad y peso, se distribuyeron al azar en cuatro sistemas de manejo (1: jaulas, 2: corrales, 3: cama profunda y 4: campo). Mensualmente durante cinco meses se tomaron 20 muestras de heces, cinco de cada sistema, directamente de la ampolla rectal y se procesaron mediante la técnica de Mc Master. Para el diagnóstico de ectoparásitos se evaluaron todos los animales en cada sistema, mediante inspección visual y recolección de especímenes. Los valores de prevalencia promedio de endoparásitos para *A. suum* y coccidias fueron 0; 4; 8,3; 0% y 20,8; 40; 41,7; 54,2% para los sistemas 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Solo se observaron infecciones con estróngilos en el sistema 1 (4,2%). Al comparar los valores de infección de endoparásitos con el sistema de manejo, solo hubo diferencia en relación con las coccidias ( $P<0,05$ ). Los ectoparásitos observados fueron *Cochliomyia hominivorax* (miiasis), *Musca domestica* y Tabanidae. Solo hubo diferencias entre la prevalencia de miiasis por sistema de manejo ( $P<0,05$ ).

*Palabras clave:* porcinos, coccidia, *Ascaris suum*, estróngilos digestivos, ectoparásitos, sistemas de manejo.

### Prevalence of ecto and endoparasites in pregnant and weaning sows under four production systems

#### ABSTRACT

Porcine gastrointestinal parasitism and ectoparasitism are limiting diseases on pig production worldwide, increase production cost due to implementation of control programs and visceral confiscation at the slaughterhouse. To obtain prevalence values of ectoparasites and endoparasites (*Ascaris suum*, coccidias, and strongyles) in pregnant and weaning sows under four management systems, it was carried out the present study. A total of 64 line sows (Camborough 22 line), with similar age and weight, were randomly set out in four management systems (1: cage, 2: farmyard, 3: deep bedding, and 4: outdoor). Twenty (five for each system) feces samples were taken (through rectum) monthly during five months and studied by the Mc Master technique. For the ectoparasite diagnosis, all animals in each system were evaluated by visual inspection and parasitic specimens were collected. Endoparasite infections media prevalence values for *A. suum* and coccidias were 0, 4, 8.3, 0% and 20.8, 40, 41.7, 54.2% for system 1, 2, 3, and 4, respectively. Only strongyles infections in system 1 (4.2%) were observed. There were statistical differences among coccidia infections by system ( $P<0.05$ ). The observed ectoparasites were *Cochliomyia hominivorax* (miiasis), *Musca domestica*, and Tabanidae. There were differences among miiasis prevalence by system ( $P<0.05$ ).

*Keywords:* porcine, coccidia, *Ascaris suum*, digestive strongyles, ectoparasites, management systems.

## INTRODUCCIÓN

Las parasitosis limitan la producción de cerdos porque por una parte, aumentan los costos de producción por la necesidad de implementación de planes de control (antihelmínticos, manejo, etc.) y por otra parte, producen pérdidas en la producción por retraso en el crecimiento, diarreas y mortalidad. Además hay pérdidas por comiso de órganos (hígado, pulmones, intestinos, piel, etc.) a nivel de matadero. Las parasitosis junto con las infecciones respiratorias se consideran las enfermedades más comunes de los cerdos a nivel mundial (Stewart y Hale, 1988; Surumay *et al.*, 1994).

Debido al interés creciente en los sistemas de producción alternativos y orgánicos en países desarrollados (Cagienard *et al.*, 2005; Honeyman, 2005) y al aumento en la demanda de proteína animal por el incremento en la población humana, el estudio de los sistemas de producción que garanticen menores costos de producción y mayor bienestar animal se han ido popularizando. Sin embargo, se señala que los sistemas “a campo” y “cama profunda” pueden tener como limitación una mayor presencia e impacto de las infecciones parasitarias (Nansen y Roepstorff, 1999; Carstensen *et al.*, 2002). Por esta razón se llevó a cabo el presente estudio descriptivo a fin de determinar la prevalencia de infecciones de ecto y endoparásitos en cerdas bajo cuatro sistemas de manejo, dos “tradicionales” (jaula y corrales) y dos “alternativos” (cama profunda y campo).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se ubico en las instalaciones del Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Aragua, Venezuela (10°16'52" N y 67°35'48" O) en la zona centro norte costera del país, con temperatura promedio de 25,8°C y pluviosidad promedio anual de 982,7 mm.

### Animales

Un lote de 64 cerdas de la línea genética Camborough 22, de similar edad y peso (80 a 90 kg) fueron ubicadas al azar en cuatro sistemas de manejo: jaulas, corrales, cama profunda y a campo. Los animales fueron alimentados con raciones a base

de alimento comercial y follaje de yuca (*Manihot sculenta*) deshidratado. Se muestrearon mensualmente los animales durante los meses de octubre de 2005 a febrero de 2006.

### Instalaciones y manejo

Sistema jaula: Se usaron 18 jaulas de gestación de metal en un galpón con piso de concreto con cada cerda en un puesto individual. Las jaulas para maternidad de metal tenían una superficie de 1,43 m<sup>2</sup> para la cerda y espacios laterales de 1,32 m<sup>2</sup> para los lechones. Cada uno de los puestos dispuso de un comedero individual y un bebedero tipo chupón para el consumo de agua *ad libitum*.

Sistema corral: Consistió en un galpón (216 m<sup>2</sup>), de estructura de hierro y concreto, techo de acerolit®, piso de concreto y divisiones internas de bloque (18 corrales de 9 m<sup>2</sup>).

Sistema cama profunda: Consistió en un galpón (216 m<sup>2</sup>) de estructura de hierro y concreto, techo de acerolit®, piso de tierra y divisiones internas (18 corrales de 9 m<sup>2</sup>), cama de paja (heno de gramíneas) hasta una altura de 50 cm y 100 se adicionó según necesidades.

Sistema campo o potrero: Se emplearon 18 potreros (600 m<sup>2</sup>/potrero) establecidos con gramíneas con predominio de swazi (*Digitaria swazilandesis*) y divididos con cerca eléctrica. Se proporcionó un área sombreada en cada potrero a través de “parideras portátiles flexibles”.

Los sistemas cama profunda y campo tuvieron un período de “descanso” de cinco meses entre el lote anterior de animales y siguiente (el objeto de estudio). Las instalaciones “tradicionales” (sistemas jaula y corral) fueron lavadas y desinfectadas diariamente. Los sistemas “alternativos” (sistemas cama profunda y campo), por su naturaleza, no se asearon durante el estudio. Cada ambiente estaba totalmente aislado del otro. La misma persona realizó la alimentación de los animales en los cuatro sistemas.

### Determinación de la prevalencia de endoparásitos

Al llegar los animales a la explotación fueron evaluados para despistar la presencia de infecciones parasitarias. La casa comercial en donde se adquirieron las cerdas, aseguró que a las mismas se les había administrado un tratamiento antihelmíntico (no

especificaron fecha ni producto). No se observaron infecciones gastrointestinales ni externas en esta evaluación; partiendo de esto las cerdas fueron distribuidas al azar en los cuatro sistemas. Una vez al mes durante cinco meses, se tomaron muestras de heces directamente de la ampolla rectal al 20% en cinco animales de cada sistema, número estadístico representativo de la población (31,3% de la población). Las muestras de heces fueron colocadas en bolsas de polietileno debidamente identificadas y refrigeradas hasta el momento de su procesamiento (24 a 48 h después de recolectadas), lo cual se realizó en el Laboratorio de Servicios de la Cátedra de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. Las 125 muestras de heces se procesaron mediante la técnica diagnóstica coproparasitológica de Mc Master Modificada (Ueno y Gonçalves, 1998; Thomsen *et al.*, 2001; Cagienard *et al.*, 2005), considerándose positiva a endoparásitos toda muestra con un valor de HPG (huevos por gramo de heces) u OPG (ooquistes por gramo de heces) igual o mayor 50 (valor mínimo detectable por ésta técnica), correspondiente a la observación de un huevo u ooquiste. La prevalencia se definió según Margolis *et al.* (1982) y se usó la fórmula de Márquez (1987):

$$\text{Prevalencia} = (\text{N}^\circ \text{ de animales con HPG} \geq 50 / \text{N}^\circ \text{ de animales muestreados por sistema}) \times 100$$

### Determinación de la prevalencia de ectoparásitos

Se evaluaron todos los animales de cada sistema. Se realizó la inspección visual de cada animal a fin de ubicar lesiones compatibles con ectoparásitos y de recolectar especímenes parasitarios. Cuando se observaron especímenes, éstos fueron recolectados con pinzas tipo Mayo y colocados en recipientes limpios con alcohol de 70° para conservarlos hasta su identificación según claves morfológicas (Cmaegbg, 1986), observándolos en lupas estereoscópicas. Los dípteros se recolectaron con redes (Fairchild, 1969).

### Análisis de los datos

Los datos de prevalencia de ecto y endoparásitos se analizaron vía no paramétrica, utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1998). Se aplicaron pruebas de análisis de varianza de Kruskal-Wallis y Chi-cuadrado para el análisis de las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Prevalencia de endoparásitos

En el Cuadro 1 se muestran los valores de prevalencia promedio obtenidos. Se observaron infecciones con los endoparásitos coccidias (Protozoa: Apicomplexa), *Ascaris suum* (Nematoda: Ascaridida) y estróngilos digestivos (Nematoda: Strongylida). Los mayores valores de prevalencia correspondieron a las coccidias, parásitos que se observaron durante la mayor parte del estudio y en los cuatro sistemas de producción. Las infecciones por estróngilos digestivos solo fueron observadas en el sistema jaulas, las infecciones por *A. suum* se observaron en los sistemas jaula y cama profunda. Los parásitos gastrointestinales observados están calificados como los más comunes en los sistemas de producción porcina: *Isoospora* (una coccidia), los estróngilos *Oesophagostomum* spp, y *Hyostrongylus* y el ascárido *A. suum* (Surumay *et al.*, 1994; Rodríguez Vivas *et al.*, 2001; Roepstorff *et al.*, 1994; Carstensen *et al.*, 2002; Borgsteede *et al.*, 2007). Las coccidias fueron los parásitos más abundantes y prevalentes durante todas las evaluaciones en los cuatro sistemas de producción, cuya prevalencia fluctuó entre 20,8 (jaula) y 54,2% (a campo), similar a lo reportado por Pinilla *et al.* (2005), con una mayor prevalencia en los sistemas “alternativos” (cama profunda y a campo), aunque los valores de prevalencia obtenidos en el presente estudio, fueron menores. Las condiciones de humedad y temperatura tropical favorecen los ciclos biológicos de estos parásitos, permitiendo su persistencia dentro de las pjaras. Las diferencias estadísticas encontradas indican la relación entre la presentación de las infecciones por coccidias y las condiciones de manejo ( $P < 0,05$ ), señalando relación entre las parasitosis y los sistemas de producción al exterior (Villagómez *et al.*, 1992; White, 1996). Además, Cordero *et al.* (1999) señalan que los ooquistes de coccidia pueden permanecer hasta 10 meses viables en el medio ambiente, por lo que no es extraño que hayan sido las infecciones parasitarias más prevalentes. Sin embargo, a pesar de la alta prevalencia no se observaron manifestaciones de enfermedad en los animales, ya que está en función de la intensidad de las infecciones y la susceptibilidad individual de cada hospedador. Por su parte, los sistemas de jaulas y corrales con un aseo más constante y condiciones apropiadas para la desecación contribuyen a romper el

Cuadro 1. Prevalencia de infecciones con endoparásitos por sistema de producción durante el estudio.

Sistema	Endoparásitos		
	Coccidias	Estróngilos digestivos	<i>Ascaris suum</i>
	----- % -----		
Jaula	20,8b†	4,2a	0a
Corral	40,0b	0a	4,0a
Cama profunda	41,7a	0a	8,3a
Campo	54,2a	0a	0a

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

ciclo de los parásitos (Robinson y Morin, 1982). Los estróngilos digestivos tuvieron una prevalencia muy baja; no se hicieron coprocultivos para diferenciación genérica por la escasa presencia de huevos. Solo se observó en el sistema de jaula en una sola ocasión.

Por su parte, huevos de *A. suum* fueron detectados en dos ocasiones en los sistemas de corrales y cama profunda. Las buenas prácticas de manejo pueden haber contribuido a la baja prevalencia de estos parásitos en el ensayo (Niemeyer, 1996; Esrony *et al.*, 1997). Como señalan Thomsen *et al.* (2001), la transmisión de parásitos en piaras de cerdos se ve muy afectada por los hábitos de éstos animales y por la densidad de población que en otros animales domésticos. En cuanto a las características de las instalaciones *per se*, cuando Joachim *et al.* (2001) compararon corrales con piso de "slatt" con "semi slatt", observaron que en los primeros los cerdos tenían mayores prevalencia y cargas parasitarias de *A. suum*, por lo cual destaca que la higiene y el manejo de la granja son relevantes en la infección parasitaria más allá de la instalación física.

### Prevalencia de ectoparásitos

Los ectoparásitos observados fueron dípteros hematófagos pertenecientes a la familia Tabanidae (Diptera: Tabanidae), *Musca domestica* (Diptera: Cyclorhapha) y larvas de *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). Estos insectos fueron observados en los cuatro sistemas de manejo y se cuantificaron de acuerdo al número de animales lesionados en cuanto a las miiasis. Estos valores se muestran en el Cuadro 2, hallándose diferencias estadísticas al comparar la prevalencia de miiasis en los sistemas a campo y cama profunda, en relación con los sistemas corrales y jaulas ( $P < 0,05$ ). El sistema de

producción a campo presentó los mayores valores de prevalencia de miiasis durante el ensayo, alcanzando los máximos niveles en los meses de diciembre (60%) y enero (50%), lo cual, como indicó Moya (1996) puede asociarse a la presencia de la época de lluvias, ya que la humedad favorece el ciclo de vida de éstos dípteros y al hecho de que el parto produce condiciones (heridas) idóneas para el establecimiento de las miiasis. Por otra parte, el sistema a campo tiene más limitaciones en cuanto al manejo y control de aparición de éstas infestaciones por parte del personal. Los resultados obtenidos indican que solo en cuanto a las infecciones coccidianas y por miiasis existieron diferencias estadísticas entre los sistemas de manejo evaluados, siendo los sistema de cama profunda y a campo los que presentaron mayor predisposición, que más allá del sistema en si, pueden atribuirse a las condiciones climáticas en las que los valores de prevalencia de tales parasitosis fueron mayores.

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, las infecciones por endoparásitos tuvieron valores de prevalencia moderados y no causaron manifestaciones clínicas de enfermedad (diarrea, emaciación o muerte) con cargas parasitarias muy bajas. Las coccidias fueron los parásitos más observados en los cuatro sistemas de manejo. Las condiciones ambientales de los sistemas de cama profunda y a campo resultaron más favorables para la instauración de las infecciones por coccidias al permitir la esporulación y sobrevivencia de los ooquistes infectivos.

Por otra parte, debido a que los animales fueron desparasitados antes de llegar a las instalaciones donde se llevó a cabo el estudio, las infecciones

Cuadro 2. Prevalencia de infestaciones por *Cochliomyia hominivorax* (miasis) en los cuatro sistemas de manejo durante el periodo de estudio.

Mes	Sistema			
	Jaula	Corral	Cama profunda	Campo
	----- % -----			
Septiembre	20a†	0a	0b	20b
Octubre	0a	20a	40b	20b
Noviembre	20a	20a	20b	0b
Diciembre	20a	20a	20b	60b
Enero	20a	40a	50b	50b

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

por endoparásitos se debieron a formas infectivas (huevos, ooquistes) sobrevivientes del lote anterior. Solo las miasis mostraron relación con el sistema de manejo, siendo el sistema a campo el que presentó mayor prevalencia. Sin embargo, los niveles de ecto y endoparásitos fueron controlados por las buenas prácticas de manejo, lo cual demuestra que independientemente del sistema adoptado, el manejo del ambiente es lo más importante para el control de las parasitosis porcinas.

#### AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Bolivariana de Venezuela por el financiamiento al Proyecto 2002000022.

#### LITERATURA CITADA

- Cagienard A., G. Regula y J. Danuser. 2005. The impact of different housing systems on health and welfare of grower in finisher pig in Switzerland. *Prev. Vet. Med.*, 68: 49-61.
- Carstensen I., M. Vaarst y A. Roepstorff. 2002. Helminth infections in Danish organic swine herds. *Vet. Parasitol.*, 106: 253-264.
- Cmaegbg (Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado). 1986. Manual para la Identificación del Gusano Barrenador del Ganado. Departamento de Identificación. Chiapa de Corzo, México.
- Cordero M. F.A. Rojo, A.R. Martínez, M.C. Sánchez, S. Hernández, I. Navarrete, P. Diez, H. Quiroz y M. Carvahlo. 1999. *Parasitología Veterinaria*. Mc Graw Hill Interamericana de España. Madrid, España.
- Esrony K., D. Kambarage, M. Mtambo, A. Muhairwa y L. Kusiluka. 1997. Helminthosis in local and cross-breed pig in Morogoro region of Tanzania. *Prev. Vet. Med.*, 32(8): 41-46.
- Fairchild G. 1969. Notes on neotropical Tabanidae. XII: Classification and distribution, with Keys to genera and subgenera. *Arq. Zool.*, 17: 199-255.
- Honeyman M. 2005. Extensive bedded indoor and outdoor pig production systems in USA: Current trend and effects on animal care and product quality. *Vet. Parasitol.*, 94: 15-24.
- Joachim A., N. Dülmer, A. Dausgchies y A. Roepstorff. 2001. Occurrence of helminthes in pigs fattening units with different management systems in Northern Germany. *Vet. Parasitol.*, 96: 135-146.
- Margolis L., G.W. Esch, J.C. Colmes, A.M. Kuris y G.A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology. *J. Parasitol.*, 68(1): 131 – 133.
- Moya G. 1996. Larvas causantes de miasis (*Cochliomyia hominivorax* 275 y *Dermatobia hominis*). *Epidemiología y control. Tópicos sobre Parasitología Veterinaria Pfizer*, 1(3): 29-36.
- Nansen P. y A. Roepstorff. 1999. Parasitic helminth of the pig: factor influencing transmission and infection levels. *Int. J. Parasitol.*, 29(6): 877-884.

- Niemeyer H. 1996. Living the life of a nematode. PIGS-misset, 2: 8-9.
- Pinilla J., N. Da Silva, C. González y R. Tepper. 2005. Prevalencia e intensidad de infección de parásitos gastrointestinales en cerdos alojados en diferentes sistemas de producción. Memorias VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Monogástricos, UNELLEZ. Guanare, Venezuela.
- Robinson Y. y M. Morin. 1982. Porcine neonatal coccidiosis in Québec. Can. Vet. J., 23: 212-216.
- Roepstorff A. y P. Nansen. 1994. Epidemiology and control of helminth infections in pigs in intensive and non-intensive production systems. Vet. Parasitol., 54(1-3): 69-85.
- Rodríguez Vivas R., G. Cob y A. Domínguez. 2001. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. Biomed, 12(1): 19-25.
- SAS. 1998. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, EUA.
- Stewart T. y O. Hale. 1988. Losses to internal parasites in swine production. J. Anim. Sci., 66(6): 1545-1554.
- Surumay Q., L. Moreno, G. Morales, L. Pino y L. Castillo. 1994. Parasitosis de 300 porcinos diagnosticadas en el Instituto de Investigaciones Veterinarias, período 1987-1992. Veterinaria Trop., 19: 63-71.
- Thomsen L., H. Mejer, S. Wendt, A. Roepstorff y O. Hindsbo. 2001. The influence of stocking rate on transmission of parasites in pigs on permanent pasture during two consecutive summer. Vet. Parasitol., 99: 129-146.
- Ueno H. y P. Gonçalves. 1998. Manual para Diagnóstico das Helminthoses de Ruminantes. 4ª ed. Japan Int. Cooperation Agency. Sao Paulo, Brasil.
- Villagómez J. y R. Mejía. 1992. Parasitosis del cerdo en el estado de Veracruz. Avances en Producción Porcina. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Ciudad de México, Mexico. pp: 301-307.
- White M. 1996. Control in the outdoors. PIGS misset, 2: 28-30.

Zooecnia tropical

Venezuela



AHORA ES DE TODOS

Zooecnia tropical

Zooecnia tropical

Zooecnia tropical