



INIA  
Instituto Nacional  
de Investigaciones  
Agrícolas

# Zootecnia Tropical

ISSN: 0798-7269

AÑO 24 VOL. 24 No. 4 – 2006

---

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

---

## Índice acumulado de Títulos

### Volumen 24

#### Número 1

Variables hematológicas y bioquímicas en la trucha arcoiris, relacionadas con la condición hepática y la edad. pp. 1-15.

Cambios físicos-químicos y microbiológicos observados durante el proceso tecnológico de la conserva de atún. pp. 17-29.

Suplementación con cama de pollo a vacas lactantes durante la época lluviosa. pp. 31-42.

Actividad antimicrobiana de propóleos provenientes de dos zonas climáticas del estado Miranda, Venezuela. Efecto de la variación estacional. pp. 43-53.

Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra strongílidos digestivos. pp. 55-68.

Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. pp. 69-82.

Comportamiento fenológico y producción de frutos de algunas especies leñosas del bosque deciduo en el asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua. pp. 85-93.

#### Número 2

Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes. pp. 95-106.

Comportamiento productivo y reproductivo de tres genotipos bovinos en la región del Soconusco, Chiapas, México. pp. 107-117.

- Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina. pp. 119-135.
- Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.). pp. 137-152.
- Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. pp. 165-176.
- Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. pp. 177-191.
- Efecto del tamaño de las microalgas sobre la tasa de ingestión en larvas de *Artemia franciscana* (Kellog, 1906). pp. 193-203.

### Número 3

- Morfometría de órganos vitales de cerdos Criollos en el estado Apure, Venezuela. pp. 205-211.
- Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. pp. 213-232.
- Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. pp. 233-250.
- Potencial de producción de semilla de la leguminosa forrajera *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham en la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui, Venezuela. pp. 251-266.
- Movilidad individual de los espermatozoides epididimarios de toros *postmortem* obtenidos mediante lavado retrógrado. pp. 267-280.
- Grupos sexuales activos en vacas posparto de ganadería mestiza de doble propósito. pp. 281-295.
- Ondas foliculares ováricas en vacas Brahman y Mestizas (*Bos indicus* x *Bos taurus*), ubicadas en los llanos centrales venezolanos. pp. 297-306.

- Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. pp. 307-320.
- Caracterización de la paratuberculosis bovina en ganado doble propósito de los llanos de Monagas, Venezuela. pp. 321-332.
- Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. pp. 333-346.
- Prevalencia de infecciones con estróngilos digestivos en bovinos doble propósito de la zona de Tucacas, estado Falcón, Venezuela. pp. 347-360.
- Harinas de planta entera de frijol (*Vigna unguiculata*) y de mazorca de maíz (*Zea mays*) como suplemento para becerros antes del destete. pp. 361-378.
- Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento reproductivo en rebaños lecheros de la zona alta del estado Mérida. pp. 379-391.

#### Número 4

- Bromatología del mataratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. pp. 393-399.
- Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. pp. 401-455.
- Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. pp. 417-433.
- Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde. pp. 435-455.
- Utilización de tuna de cabra (*Opuntia* sp.) enriquecida con urea en cabras bajo explotaciones tradicionales de zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela. pp. 457-466.

Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. pp. 467-481.

Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco (estado Sucre, Venezuela). pp. 483-496.

## SUMARIO Vol. 24 No. 4

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

ARAQUE C., QUIJADA T., D'AUBETERRE R., PAEZ L., SANCHEZ A. y ESPINOZA F. Bromatología del mataratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela .....	393
GARCÍA D. E., MEDINA M. G., DOMÍNGUEZ C., BALDIZÁN A., HUMBRÍA J. y COVA L. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela.....	401
SANABRIA D., SILVA-ACUÑA R., MARCANO M., BARRIOS R., RIVAS E. y RODRÍGUEZ I. Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de <i>Brachiaria humidicola</i> .....	417
PÉREZ A., OBISPO N. E., PALMÁ J. y CHICCO C. F. Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde .....	435
SÁNCHEZ C. y GARCIA DE HERNÁNDEZ M. Utilización de tuna de cabra ( <i>Opuntia</i> sp.) enriquecida con urea en cabras bajo explotaciones tradicionales de zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela .....	457
RUIZ-SESMA D. L., LARA-LARA P. E., SIERRA-VÁZQUEZ Á. C., AGUILAR-URQUIZO E., MAGAÑA-MAGAÑA M. A. y SANGINÉS-GARCÍA J. R. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> .....	467
NÚÑEZ P., LODEIROS C., ACOSTA V. y CASTILLO I. Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.....	483
Índice acumulado de títulos .....	497
Índice acumulado de autores.....	501
Índice acumulado de materias.....	505

## TABLE OF CONTENTS Vol. 24 No. 4

## Scientific Articles

ARAQUE C., QUIJADA T., D'AUBETERRE R., PAEZ L., SANCHEZ A., and ESPINOZA F. Bromatology of mataraton ( <i>Gliridia sepium</i> ) at different cutting ages in Urachiche, Yaracuy state, Venezuela.....	393
GARCÍA D. E., MEDINA M. G., DOMÍNGUEZ C., BALDIZÁN A., HUMBRÍA J., and COVA L. Chemical evaluation of non leguminous species with fodder potential in the Trujillo state, Venezuela .....	401
SANABRIA D., SILVA-ACUÑA R., MARCANO M., BARRIOS R., RIVAS E., and RODRÍGUEZ I. Evaluation of three tillage systems in the recovery of a degraded pasture of <i>Brachiaria humidicola</i> .....	417
PÉREZ A., OBISPO N. E., PALMA J., and CHICCO C. F. Effect of ractopamine and lysine on lean yield of leaning pigs in the finishing phase.....	435
SÁNCHEZ C. and GARCIA DE HERNÁNDEZ M. Utilization of goat cacti ( <i>Opuntia sp.</i> ) enriched with urea in goats on traditional exploitations of arid areas of Lara state, Venezuela .....	457
RUIZ-SESMA D. L., LARA-LARA P. E., SIERRA-VÁZQUEZ Á. C., AGUILAR-URQUIZO E., MAGAÑA-MAGAÑA M. A., and SANGINÉS-GARCÍA J. R. Nutritive and productive evaluation of ovine fed with hay of <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> .....	425
NÚÑEZ P., LODEIROS C., ACOSTA V., and CASTILLO I. Seed reception of bivalve mollusks on different artificial substrates at Turpialito Bay, Cariaco Gulf, Venezuela.....	483
Accumulated table of titles.....	497
Accumulated index of authors.....	501
Accumulated index of subjects.....	505

## **Bromatología del mataratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela**

Cesar Araque<sup>1\*</sup>, Tonny Quijada<sup>1</sup>, Ramón D'Aubeterre<sup>1</sup>, Luís Páez<sup>2</sup>,  
Alexander Sánchez<sup>3</sup> y Freddy Espinoza<sup>4</sup>

### **RESUMEN**

Con el fin de obtener mayor información sobre la planta del mataratón en el bosque seco tropical, con fines forrajeros para rumiantes, se procedió a determinar la composición bromatológica, cambios en el contenido mineral y tasa de elongación de los rebrotes del mataratón (*Gliricidia sepium*) a 3, 6, 9 y 12 meses, en cincuenta plantas que servían de estantillos de cerca viva una finca de Urachiche, estado Yaracuy. A las muestras se les determinó materia seca, grasa, cenizas, proteínas cruda y algunos minerales. Los resultados indican que a medida que la planta maduraba se incremento ( $P < 0,05$ ) el contenido de materia seca (de 8,75 a 13,39%), grasa (de 2,93 a 4,80%), calcio (de 0,98 a 1,43%), magnesio (de 0,20 a 0,38%), manganeso (de 25,00 a 59,00 ppm) y zinc (de 34,67 a 52,00 ppm). Sin embargo, los contenidos de proteína cruda, cenizas, fósforo, potasio e hierro disminuyeron significativamente, de 28,31 a 20,64%, de 8,88 a 7,40%, de 0,36 a 0,14%, de 2,89 a 0,70% y de 192,00 a 135,00 ppm, respectivamente. El promedio de la tasa de elongación resulto 51,00 cm/mes. Esta leguminosa arbórea ofrece una alta calidad nutricional para la alimentación de rumiantes y puede utilizarse como fuente proteica para enriquecer dietas para estos animales.

*Palabras clave:* mataratón, bromatología, minerales, tasa de elongación.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Lara. Barquisimeto, Lara. Venezuela. \*Correo electrónico: araquecesar@hotmail.com

<sup>2</sup> INIA. Centro de Investigaciones del estado Táchira. Bramón, Táchira, Venezuela.

<sup>3</sup> INIA. Centro de Investigaciones del estado Falcón. Coro, Falcón. Venezuela.

<sup>4</sup> INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Aragua. Venezuela.



### **Bromatology of mataraton (*Gliricidia sepium*) at different cutting ages in Urachiche, Yaracuy state, Venezuela**

#### **SUMMARY**

To obtain more information on mataraton (*Gliricidia sepium*) as a forage tree legumes from the tropical dry forest, bromatological analyses, changes in mineral content, and in the regrowth rates were evaluated during 3, 6, 9, and 12 months of age. Fifty plants set as a paddock living fence were sampled during a year from a farm in Urachiche, Yaracuy state, Venezuela. Results showed an increment as plant aged ( $P<0.05$ ) of the content of dry matter (from 8.75 to 13.39%), lipids (from 2.93 to 4.80%), calcium (from 0.98 to 1.43%), magnesium (from 0.20 to 0.38%), manganese (from 25.00 to 59.00 ppm), and zinc (from 34.67 to 52.00 ppm). However, the level of protein, ash, phosphorous, potassium, and iron decreased ( $P<0.05$ ) from 28.31 to 20.64%, 8.88 to 7.40%, 0.36 to 0.14%, 2.89 to 0.70% and 192.00 to 135.00 ppm, respectively. The growing rate was 51.0 cm/month. This legume tree offers a high nutritional potential for ruminant feeding and it could be used as protein source to improve ruminant diets.

*Keywords:* mataraton, proximate analysis, minerals, regrowth rate.

#### **INTRODUCCIÓN**

Las deficiencias, intoxicaciones y desbalances minerales, inhibe la producción animal bajo pastoreo en las áreas tropicales y subtropicales (McDowell, 1976), siendo encontrados en el límite de la deficiencia muchos elementos esenciales (McDowell *et al.*, 1984) en la mayoría de los forrajes tropicales. Estudios de estas áreas indican que la suplementación al ganado bajo pastoreo ha resultado en mejores ganancias de peso así como el aumento del porcentaje de pariciones, específicamente en minerales (McDowell, 1985).

En los últimos años el uso de leguminosas arbustivas, en los sistemas de producción pecuaria tropical, se ha incrementado notablemente como suplemento. El mataratón (*Gliricidia sepium*), leguminosa arbórea, se mantiene siempre verde en el trópico húmedo y subhúmedo (Kabaija y Smith, 1989), con un alto nivel de proteína (Topps, 1992), y una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones agro ecológicas (Escobar *et al.*, 1995).

La utilización del mataratón como suplemento proteico, reduce los costos de alimentación en el ganado y su follaje es una fuente importante de nitrógeno no proteico, péptidos y aminoácidos para el crecimiento de los microorganismos del rumen (Escobar, 1996). Su uso mejora el consumo voluntario y la digestibilidad de la dieta del ganado en el trópico, el cual tiende a mejorar la productividad animal (Topps, 1992). Sin embargo, poco se ha difundido sobre su bromatología y otros atributos, para que su uso sea más eficiente por los ganaderos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes edades de corte (3, 6, 9 y 12 meses) del mataratón como cerca viva, sobre su composición bromatológica, contenido de minerales y tasa de elongación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en una finca ubicada en Urachiche, ubicada en el Municipio Urachiche, estado Yaracuy, situado a 10° 06' 25" N y 69° 07' 42" O, a una altura de 465 msnm, con un clima de tipo bosque seco tropical. La precipitación media anual es de 1.300 mm, con un período de lluvias comprendidas entre Mayo y Noviembre y un período de sequía entre Diciembre y Abril. Un lote de 50 plantas que servían como cerca viva de un potrero fueron podadas a fin de año a ras de la parte superior del tronco principal. Los estantillos/plantas se encontraban separadas a 3,5 m, contaban con una edad aproximada de 30 años y una altura promedio de 2,05 m. El diseño fue completamente al azar con tres repeticiones y los tratamientos asignados según la edad del corte (3, 6, 9 y 12 meses) de los rebrotes, al ras del tronco madre. Las muestras, compuestas exclusivamente de hojas, fueron tomadas en marzo, junio, septiembre y diciembre a las cuales se les determinó materia seca, grasa, cenizas, proteína cruda (AOAC, 1984) y los minerales fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica de llama (Perking-Elmer, 1980). Previo a los cortes, las ramas eran medidas desde el ápice hasta donde ellas emergían, a fin de determinar su tasa de elongación. Los datos fueron analizados con análisis de varianza y las diferencias existentes entre las medidas fueron comparadas mediante la prueba de Tukey.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A medida que el rebrote madura desde 3 a 12 meses, existe un incremento ( $P < 0,05$ ) en el contenido de la materia seca y grasa, con valores que ascienden de 8,75 a 13,39% y 2,93 a 4,80%, respectivamente (Cuadro 1).

Estos valores se encuentran por debajo a los señalados por Pedraza (1992), quien reportó valores ascendentes de 19,5 a 37,6% de materia seca, cuando fue evaluada la edad de rebrote del matarotón a 60 a 180 días.

El contenido de proteína cruda y cenizas disminuyeron ( $P < 0,05$ ), con medias de 28,31 a 20,64% y 8,88 a 7,40%; respectivamente, debiéndose en gran parte el efecto de la conversión de productos fotosintéticos a componentes estructurales, disminuyendo nitratos proteínas y carbohidratos solubles.

Cuadro 1. Composición bromatológica y tasa de elongación del matarotón

Constituyente	Edad			
	3	6	9	12
	----- mes -----			
Materia seca (%)	8,75c <sup>†</sup>	10,10b	12,03ab	13,39 <sup>a</sup>
Proteína cruda (%)	28,31a	26,46a	22,86b	20,64b
Grasa (%)	2,93c	3,04b	3,52ab	4,80 <sup>a</sup>
Cenizas (%)	8,88a	8,70a	7,29b	7,40b
Tasa de elongación (cm/mes)	44,0c	55,0a	55,0a	50,0b

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

Para la tasa de elongación, se puede apreciar el mayor valor ( $P < 0,05$ ) para el segundo y tercer trimestre (Abril-Septiembre), con medidas de 55,0 cm/mes para ambos trimestres, los cuales se corresponden con los meses de mayor intensidad de lluvias del sector. Estos promedios se encuentran por encima de los valores reportados por Araque *et al.* (2002) durante la misma época del año con valores de 48,0 y 39,0 cm/mes, respectivamente.

Los contenidos de P, K y Fe disminuyeron significativamente ( $P < 0,05$ ) con la edad del rebrote (Cuadro 2), lo que confirma la observación de Conrad *et al.* (1980) porque son minerales móviles en el floema y generalmente se presentan en altas concentraciones en órganos jóvenes activos de crecimiento, como tejidos meristemáticos y activadores en el metabolismo de proteínas y carbohidratos, mientras que bajas concentraciones son encontradas en hojas viejas (Kamprath, 1972). Las medias fueron 0,27 1,86 y 172,50% para fósforo, potasio y hierro, respectivamente, con valores muy cercanos a los reportados por Kabaija y Smith (1989) y Escobar *et al.* (1995) para fósforo y ligeramente inferiores a los reportados por Araque *et al.* (2002) para hierro, el cual a pesar de ser

inmóvil en la planta, participa activamente en la síntesis de la clorofila, especialmente de la caña de azúcar (Anderson y Bowen, 1994). Los valores de Ca, Mg, Mn y Zn aumentaron ( $P < 0,05$ ) a medida que la planta maduraba de 3 a 12 meses de edad. Estos valores coinciden con los resultados encontrados por Kabaija y Smith (1989) y Araque *et al.* (2002) en magnesio y manganeso solamente, después de haber evaluado estación y edad del rebrote del mataratón sembrado.

Cuadro 2. Efecto de la edad del rebrote sobre la composición mineral del mataratón

Constituyente	Edad				Promedio
	3	6	9	12	
	----- mes -----				
Fósforo (%)	0,36a†	0,29b	0,28b	0,14c	0,27
Potasio (%)	2,89 <sup>a</sup>	2,12b	1,71c	0,70d	1,86
Calcio (%)	0,98c	1,10b	1,14b	1,43a	1,16
Magnesio (%)	0,20c	0,31ab	0,34ab	0,38a	0,31
Manganeso (ppm)	25,00c	27,00c	32,00b	59,00a	35,75
Hierro (ppm)	192,00a	205,00a	158,00b	135,00c	172,50
Zinc (ppm)	34,67c	39,24b	45,14b	52,00a	42,76

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

## CONCLUSIONES

La edad de corte de tres y seis meses presentó el mayor contenido de proteína cruda y cenizas, los cuales van disminuyendo con el tiempo, mientras que los valores de materia seca y grasa se incrementan con la madurez de la misma. La tasa de elongación demostró un crecimiento rápido. Los contenidos de calcio, magnesio, manganeso y zinc aumentaron, mientras que las medias de fósforo, potasio y hierro disminuyeron con la edad de la planta. Asimismo, se recomienda para futuros estudios, incluir evaluación de la producción de biomasa.

## LITERATURA CITADA

Anderson D.L. y J.E. Bowen. 1994. Nutrición de la caña de azúcar. Potash & Phosphate Institute of Canadá. Foundation for Agronomic Research. Norcross, GA. USA.

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 14<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.
- Araque C., G. Arrieta, A. Sánchez y E. Sandoval. 2002. Efectos de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del mataradón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. *Zootecnia Trop.*, 20(2): 191-203.
- Conrad J.H., J.C. Sousa, M.O. Mendes, W.G. Blue y L.R. McDowell. 1980. Iron, manganese, sodium and zinc interrelationships in a tropical soil, plant and animal system. *En Verde L.S. y A. Fernández (Eds) Proc. IV World Conference on Animal Production. Buenos Aires, Argentina.* pp 38-53.
- Escobar A. 1996. Estrategias para la suplementación alimenticia de rumiantes en el trópico. *En Clavero T. (Ed) Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Universidad del Zulia. Maracaibo.* pp. 76-93.
- Escobar A., J. Combillas, A. Ojeda y E. Romero. 1995. El mataradón (*Gliricidia sepium*) su integración a los sistemas de alimentación de rumiantes. *Convenio Universidad Central de Venezuela/Fundación Polar. Informe Proyecto.*
- Kabajja E. y O.B. Smith. 1989. Influence of season and age of regrowth on the mineral profile of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. *Tropical Agric.*, 66(2): 125-128.
- Kamprath E.J. 1972. Soil acidity and living. *En Drosdoff M., L.T. Alexander, G. Aubert, L.D. Baver, W.V. Bartholomew, A.H. Bunting, J.K. Coulter, J.D. Hoore, O.P., Engelstad, F.R. Moormann, R.A. Olson y R. Tavernier (Eds) Soils of the Humid Tropics. Committee on Tropical Soils. NRC/NAS. Washington, D.C.* pp. 136-149.
- McDowell L.R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. *En Smith A.J. (Ed) Beef Cattle Production in Developing Countries. University of Edinburgh, Centre for Tropical Veterinary Medicine.* pp. 216-241.
- McDowell L.R. 1985. Calcium, phosphorus, and fluorine. *En McDowell L.R. (Ed) Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. Academic Press, Orlando.* pp. 189-212.

- McDowell L.R, J.H. Conrad y G.L. Ellis. 1984. Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis. *En* Gilchrist F.M.C. y R.I. Mackie (Eds) Symposium on Herbivore Nutrition in Subtropics and Tropics. University of Pretoria, South Africa. pp. 67-88.
- Pedraza R. 1992. Valor nutritivo y degradabilidad ruminal del follaje de *Gliricidia sepium*. Simulación del comportamiento productivo de vacas lecheras suplementadas con *Gliricidia*. Taller de Producción de Ganado de Doble Propósito. Internacional Foundation for Science. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Perking-Elmer. 1980. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perking-Elmer Corp., Norwalk, CN.
- Topps J.H. 1992. Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodders for livestock in the tropics. *J. Agric. Science*, 118: 1-8.

## Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela

Danny E. García<sup>1\*</sup>, María G. Medina<sup>2</sup>, Carlos Domínguez<sup>3</sup>, Alfredo Baldizán<sup>3</sup>, Johny Humbría<sup>1</sup> y Luis Cova<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se evaluó la composición fitoquímica de seis especies no leguminosas (*Azadirachta indica*, *Cnidocolus aconitifolius*, *Ficus carica*, *Moringa oleifera*, *Morus alba* y *Trichantera gigantea*) en el estado Trujillo de Venezuela mediante un diseño totalmente aleatorizado y cinco réplicas. Los contenidos de proteína cruda en todas las plantas fueron elevados y la morera presentó un nivel significativamente superior al resto (21,4%). *A. indica* sobresalió debido a su fracción fibrosa (48,9%) y *T. gigantea* exhibió las cantidades más elevadas de nitrógeno no proteico (3,5%). Los niveles de P, Ca y Mg no presentaron variaciones importantes entre las arbóreas y las máximas concentraciones de K y Na se observaron en *M. oleifera* y *T. gigantea* (2,65 0,24 y 2,55 0,26%, respectivamente). Estas especies, de forma individual, también presentaron los mayores contenidos de carbohidratos solubles (24,1%) y ceniza (25,8%). Se detectó, indistintamente, la presencia de fenoles, flavonoides, cumarinas, taninos que precipitan proteínas (TPP), taninos condensados (TC), esteroides, terpenos, saponinas, mucílagos, compuestos amargos, cianógenos y alcaloides. Los fenoles; así como los flavonoides, terpenos y esteroides fueron los grupos químicos de mayor distribución. *A. indica* presentó la máxima cantidad de polifenoles totales (4,21%). *A. indica*, *F. carica* y *M. oleifera* exhibieron cantidades similares de TPP (0,79-0,90%) y TC (1,56-1,77%). *A. indica* y *M. alba* sobresalieron por sus concentraciones de alcaloides. Las especies evaluadas presentaron una

---

<sup>1</sup> Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, estado Trujillo. Venezuela. \*Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo, Pampanito, estado Trujillo. Venezuela.

<sup>3</sup> Universidad "Rómulo Gallegos", Área Agronomía, San Juan de Los Morros, estado Guárico. Venezuela.

aceptable composición proximal, poca presencia de metabolitos secundarios protóxicos y bajas concentraciones de posibles factores antinutricionales. Estas especies constituyen buenas alternativas como alimento suplementario en los sistemas de producción en el trópico.

*Palabras clave:* composición química, factores antinutricionales, metabolitos secundarios y especies no leguminosas.

### **Chemical evaluation of non leguminous species with fodder potential in Trujillo state, Venezuela**

#### **SUMMARY**

The phytochemical compositions of six non leguminous species (*Azadirachta indica*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Ficus carica*, *Moringa oleifera*, *Morus alba*, and *Trichantera gigantea*) were evaluated in Trujillo state, Venezuela, using a totally randomized design and five replicates. The crude protein contents were acceptable and mulberry showed a significantly superior level (21.4%). *A. indica* stood out due to its fibrous fraction (48.9%) and *T. gigantea* exhibited the highest quantities of non-protein nitrogen (3.5%). P, Ca and Mg levels did not show important variations and the maximum concentrations of K and Na were observed in *M. oleifera* and *T. gigantea* (2.65, 0.24 and 2.55 0.26%, respectively). These species, in individual form, also presented the highest contents of soluble carbohydrates (24.1%) and ash (25.8%). Phenols, flavonoids, coumarins, tannins precipitants of proteins (TPP), condensed tannins (CT), steroids, terpens, saponins, slimes, bitter compounds (B. compounds), cyanogens and alkaloids were detected. Phenols, flavonoides, terpens, and steroids showed a wide distribution. *A. indica* showed the maximum quantity of total polyphenols (4.21%). *A. indica*, *F. carica*, and *M. oleifera* exhibited similar quantities of TPP (0.79-0.90%) and CT (1.56-1.77%). *A. indica* y *M. alba* showed the highest alkaloids concentrations. The evaluated species presented an acceptable proximal composition, low presence of protoxic secondary metabolites and low concentrations of possible antinutritional factors. These species constitute a good alternative as supplementary feed in the production systems in the tropic.

*Keywords:* phytochemical composition, antinutritional factors, secondary metabolites, non leguminous species.



## INTRODUCCIÓN

Recientemente ha surgido un creciente interés en la búsqueda de recursos alimenticios que puedan sustituir parcialmente el uso de concentrados costosos y agroecológicamente distanciados de la realidad ambiental que permitan proveer, de una manera eficiente y económicamente viable, energía, proteína y minerales a los animales herbívoros.

Al respecto, las plantas arbóreas y arbustivas tienen un papel preponderante por su elevado valor nutritivo y naturaleza multipropósito. En este sentido existen muchas especies con buenas propiedades forrajeras, entre las cuales se destacan las leguminosas por excelencia (Simón, 1998). No obstante, existen otras leñosas perennes con gran potencial que no han sido empleadas de manera extensiva y su uso ha estado limitado a sistemas de alimentación específicos y aislados.

Dentro de ese numeroso grupo se pueden citar al Nacedero o Naranjillo (*Trichantera gigantea*), la Moringa (*Moringa oleifera*), el árbol del Nim (*Azadirachta indica*), las especies de *Ficus* y *Tethonia*, la Morera (*Morus alba*), el Chicasquil, Chaya o Lechosa de jardín (*Cnidioscolus* sp.) y el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), principalmente por su gran versatilidad, rápido crecimiento y recuperación después del corte, además de presentar considerables producciones de biomasa en el período seco.

Debido a la importancia en el estudio de estas especies para la ganadería tropical se precisa conocer, de manera integrada, los principales indicadores de su composición bromatológica, así como la presencia de posibles compuestos tóxicos y los niveles de metabolitos secundarios presentes en su biomasa.

El presente trabajo tuvo como propósito fundamental la evaluación de la composición fitoquímica de seis especies no leguminosas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características de la zona de muestreo

La recolección del material vegetal se realizó en el área forrajera del Módulo de Producción Caprino en la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", perteneciente a la Universidad de

los Andes, en el municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela. La localidad presenta una precipitación promedio anual de 1.200 mm, temperatura media de 28°C y condiciones de bosque seco tropical.

### **Recolección y preparación de muestras**

La fracción comestible de hojas y tallos finos (160 días de edad) de las seis especies evaluadas (*A. indica*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Ficus carica*, *M. oleifera*, *M. alba* y *T. gigantea*) fueron colectadas en el mes de febrero del 2005. La totalidad del material se llevó de forma inmediata al laboratorio y fueron secadas a temperatura ambiente, en un local ventilado y oscuro por espacio de doce días. Posteriormente fueron molinadas utilizando una criba de 1 mm y se almacenaron en frascos herméticos hasta la realización del análisis proximal y de metabolitos secundarios.

### **Mediciones analíticas**

#### *Bromatología*

A cada muestra se le determinó el contenido de proteína cruda (PC), P, K, Na, Ca, Mg y ceniza según las metodologías propuestas por la AOAC (1990). La fibra detergente neutro (FDN) se determinó mediante el protocolo experimental descrito por Van Soest *et al.* (1991) y los carbohidratos solubles (CHS) y el nitrógeno no proteico (NNP) siguiendo las indicaciones señaladas por Lezcano y González (2000).

#### *Tamizaje fitoquímico*

Se evaluó la presencia de fenoles, flavonoides, cumarinas, quinonas, taninos que precipitan proteína (TPP), taninos condensados (TC), grupos alfa-aminos, cardiotónicos, esteroides, terpenos, saponinas, mucílagos, compuestos amargos (C. amargos), cianógenos y alcaloides.

La detección se realizó básicamente según los ensayos cualitativos individuales para cada grupo químico (De Marcano y Hasegawa, 1991) y la metodología clásica de fraccionamiento por polaridad de solvente (Galindo *et al.*, 1989).

*Cuantificación de metabolitos secundarios*

La cuantificación de polifenoles totales (FT) se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, empleando ácido fosfomolibdico como complejo desarrollador de color (Makkar, 2003). Los TPP se determinaron por el ensayo de la albúmina de suero bovino (Makkar *et al.* 1988) y los TC mediante el método de nButanol/HCl/Fe<sup>3+</sup> y la utilización de acetona (70%) (Porter *et al.*, 1986). La determinación de los alcaloides se basó en la titulación ácida (Sotelo *et al.*, 1996).

**Diseño experimental y métodos estadísticos**

Se empleó un diseño totalmente aleatorizado con cinco réplicas. Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0. A los datos se le realizó un ANOVA usando la décima de comparación de Student-Newman-Keuls (SNK) y las medias fueron comparadas al 5% de probabilidad.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN****Análisis proximal**

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del análisis bromatológico en las especies evaluadas. Los valores de PC oscilaron entre 16,79 (*T. gigantea*) y 21,41% (*M. alba*). *A. indica*, *C. aconitifolius*, *F. carica* y *M. oleifera* presentaron niveles proteicos intermedios y similares entre sí.

Cuadro 1. Composición bromatológica de la biomasa comestible de especies no leguminosas.

Especie	PC†	FDN	NNP	P	K	Na	Ca	Mg	Ceniza	CHS
	%									
<i>A. indica</i>	17,28b‡	48,94a	0,33d	0,12	1,36c	0,17b	3,33	2,23	10,13c	15,81b
<i>C. aconitifolius</i>	19,88ab	38,79c	0,10d	0,15	1,63b	0,17b	3,00	1,88	7,65d	13,51c
<i>F. carica</i>	18,98ab	40,57c	0,10d	0,21	1,28c	0,17b	2,86	1,71	9,02d	12,40c
<i>M. oleifera</i>	18,82ab	45,13b	2,60b	0,20	2,65a	0,24a	3,10	1,94	12,18b	24,14a
<i>M. alba</i>	21,41a	40,21c	1,40c	0,12	1,26c	0,10c	2,71	2,21	12,31b	10,67d
<i>T. gigantea</i>	16,79b	44,26b	3,50a	0,14	2,55a	0,26a	3,12	2,26	25,84a	12,22c
Ee	2,63	2,25	0,28	0,09	0,21	0,03	0,83	0,61	2,13	1,50

† PC: proteína cruda. FDN: fibra detergente neutro. NNP: nitrógeno no proteico.

CHS: carbohidratos solubles.

‡ Distintas letras en una columna indican diferencias significativas en las medias (P<0.05). Ee: Error estándar de la media.

En este sentido la cantidad de PC encontrada en las especies es comparable con los niveles clásicos informados en las leguminosas tropicales y en algunos casos superiores a éstas por algunas unidades porcentuales (García, 2003). Teniendo en cuenta los niveles encontrados, algunas especies no leguminosas pueden ser consideradas como alimentos esencialmente proteicos en los suplementos para rumiantes y monogástricos, de igual forma que otras arbóreas clásicamente utilizadas en los sistemas de producción animal tales como *Leucaena*, *Gliricidia* y *Albizia*. Asimismo, los niveles de PC de *F. carica*, *M. alba* y *T. gigantea* coinciden con los reportados en varios ecotipos adaptados a las condiciones de Centroamérica y el Caribe (Pinto *et al.*, 2002; Savón *et al.*, 2005).

Por su parte, la FDN fue máxima en *A. indica* (48,94%), intermedia en *M. oleifera* y *T. gigantea*, y significativamente inferiores en las especies de la familia *Moraceae* (*Ficus* y *Morera*). Adicionalmente los niveles encontrados, teniendo en cuenta la edad de la biomasa, son similares a los informados por otros autores en especies del bosque seco tropical de los llanos Venezolanos utilizadas, de manera empírica, como alimento para vacunos (Baldizán, 2004).

Los contenidos de NNP también presentaron variaciones importantes entre las especies; *A. indica*, *C. aconitifolius* y *F. carica* exhibieron las menores concentraciones. Por su parte *M. alba* y *M. oleifera*, presentaron valores intermedios y diferenciados entre sí y en *T. gigantea* se observó los mayores índices nitrogenados no derivados de proteínas (3,50%). Los elevados valores de NNP en *T. gigantea* se encuentran estrechamente relacionados con la singularidad que presentan las especies pertenecientes a la familia *Acanthaceae* de almacenar considerables concentraciones de sales nitrogenadas inorgánicas en su región aérea (Savón *et al.*, 2005).

Los valores de P, Ca y Mg no presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) y los rangos oscilaron entre 0,12-0,21 2,71-3,33 y 1,71-2,25%, respectivamente. Estos niveles de minerales coinciden con los observados en la mayoría de las plantas arbóreas y arbustivas del trópico, aunque dichas concentraciones no cubren los requerimientos de los rumiantes a pastoreo (Colectivo de autores, 2000).

Con relación a los elementos K y Na, *M. oleifera* y *T. gigantea* presentaron las concentraciones máximas y *M. alba* el nivel más bajos de Na; el resto de las especies exhibieron cantidades intermedias y diferenciadas entre sí ( $P < 0,05$ ).

En cuanto al contenido de ceniza, *T. gigantea* mostró el mayor aporte; *A. indica*, *M. oleifera* y *M. alba* valores intermedios y *C. aconitifolius* y *F. carica* las menores cantidades. No obstante, todas las concentraciones son similares, y en algunos casos superiores, a los informados en las especies forrajeras más comunes en América Central y el Caribe (González y Cáceres, 2002).

Por otra parte, las especies presentaron contenidos de CHS muy diferenciados que oscilaron entre 12,22% en *T. gigantea* y 24,14% en *M. oleifera*. La elevada variabilidad interespecífica en este indicador energético quizás se deba a la diferenciada capacidad fotosintetizadora de las especies, relacionado con el elemento K (máximo en *M. oleifera*) el cual es mediador del metabolismo y el transporte de los carbohidratos primarios en las plantas (Pineda, 2004).

#### Detección de metabolitos secundarios

De los quince grupos de metabolitos secundarios investigados mediante la utilización de las pruebas cualitativas del tamizaje fitoquímico solo se detectaron en diferentes escalas los fenoles, flavonoides, cumarinas, TPP, TC, esteroides, terpenos, saponinas, mucílagos, C. amargos y alcaloides (Cuadro 2). Estos grupos químicos presentan probada actividad biológica por su posible acción antinutricional en el sistema digestivo de los herbívoros, pero que a su vez pueden ocasionar efectos beneficiosos en dependencia del tipo de compuesto y su concentración en la biomasa (Ramos *et al.*, 1998).

Cuadro 2. Grupos de compuestos secundarios presentes en la biomasa comestible de especies no leguminosas

Grupos de metabolitos	Especie					
	<i>A. indica</i> ‡	<i>C. aconitifolius</i>	<i>F. carica</i>	<i>M. oleifera</i>	<i>M. alba</i>	<i>T. gigantea</i>
Fenoles	+++	+	++	++	+	+
Flavonoides	+	+	+	+	+	+
Cumarinas	+	-	+	-	+	-
TPP†	+	-	+	+	-	-
TC	+	-	+	+	-	-
Esteroides	++	+	++	+	+++	++
Terpenoides	+++	+	+	+	+	+
Saponinas	B	-	-	M	M	B
Mucílagos	-	-	+++	-	++	-
Compuestos amargos	+++	+	+	+	-	-
Cianógenos	-	+	-	-	-	-
Alcaloides	++	+	+	+	++	+

‡ - ausencia; + presencia leve; ++ presencia moderada; +++ presencia cuantiosa.

B Contenido bajo; M Contenido moderado.

† TPP: taninos que precipitan proteína; TC: taninos condensados.

La ausencia de grupos alfa-aminos, cardiotónicos y las quinonas es muy positiva, ya que tradicionalmente ocasionan trastornos nutricionales cuando sus niveles son elevados, debido a que los mecanismos de detoxificación no pueden eliminar los metabolitos derivados de estos tóxicos naturales (De Marcano y Hasegawa, 1991).

En este sentido los fenoles, flavonoides, esteroides, terpenos y alcaloides estuvieron presentes en la biomasa de todas las plantas evaluadas, mientras que el resto de los metabolitos que fueron detectados solo presentaron una distribución limitada en dependencia de la especie, quizás por presentar funciones muy específicas en las plantas en estudio (García, 2004). La presencia de fenoles y esteroides en todas las especies fue abundante, mientras que los demás metabolitos presentes mostraron una marcada variabilidad en los ensayos cualitativos.

Las especies *A. indica*, *M. oleifera* y *F. carica* agruparon la mayor cantidad de metabolitos, mientras que *C. aconitifolius*, *M. alba* y *T. gigantea* tuvieron menor diversidad de estructuras secundarias. Al respecto, es conocido que la poca diversidad de compuestos secundarios en la biomasa comestible de las especies forrajeras constituye, en principio, un buen indicador de palatabilidad (Simón, 1998).

En el caso particular de los fenoles, los ensayos individuales se caracterizaron por presentar coloraciones intensas, lo cual denota la amplia diversidad de estructuras hidroxiladas (García *et al.*, 2003). Aunque estos metabolitos no siempre constituyen factores antinutricionales, la presencia de fenoles en plantas de interés agrícola ha sido reportada por muchos autores en pruebas de metabolismo y nutrición. Debido fundamentalmente a que se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal formando parte de todas las plantas vasculares como en el caso de *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus*, *Acacia cyanophylla*, *Macroptilium atropurpureum* y *Lablab purpureus* (Makkar y Becker, 1998; Ben Salem *et al.*, 1999).

El ensayo cualitativo de flavonoides no mostró una variabilidad marcada entre las especies, resultados que no coinciden con los obtenidos en la comparación de otras plantas mediante rangos de variabilidades en escalas numéricas (Mengcheng *et al.*, 1996). Así mismo detecciones similares se han realizado en *Gliricidia sepium*, *Albizia lebbek* y leguminosas rastreras en los cuales estos compuestos no han causado toxicidad en rumiantes (Martínez *et al.*, 1996).

Por otra parte las cumarinas solo fueron detectadas en *A. indica* y las especies de *Ficus* y *Morera*, con un grado de presencia bajo, resultados que difieren específicamente con los obtenidos en las variedades del género *Morus* (Cubana, Indonesia, Tigreada y Acorazonada) de mayor producción de biomasa en Cuba (García *et al.*, 2003). En este sentido, las cumarinas también han sido detectadas en especies de familias templadas tales como Umbelíferas y Rutáceas y no se conocen efectos beneficiosos en la alimentación de los rumiantes y monogástricos (Berenbaum, 1991).

El análisis cualitativo en la detección de triterpenos y esteroides reveló una relativa similitud cualitativa entre las especies. Los esteroides fueron detectados de manera abundante y el ensayo aplicado se caracterizó por una coloración azul verdosa intensa, lo que evidencia la presencia de varios esteroides en el tejido vegetal.

La presencia de beta-Sitosterol y Estigmasterol, metabolitos que producen estas tonalidades, han sido clásicamente relacionados con los procesos de activación del crecimiento vegetal y el metabolismo de las hormonas reguladoras en casi la totalidad de las especies vegetales (Valdés y Balbín, 2000). Por tales motivos estas estructuras químicas no deben causar efectos negativos en los animales aún encontrándose en concentraciones importantes; a excepción de los isoprenoides detectados en *A. indica* ya que quizás, según las pruebas cualitativas, posiblemente tengan estructuras diferentes al resto.

La presencia de alcaloides se determinó mediante el empleo de tres reactivos de grupo (Wagner, Hager, Dragendorf) y en todas las especies se detectó su presencia, resultados que apoyan lo planteado en varias investigaciones con relación a que los compuestos alcaloidales se encuentran en la mayoría de los organismos vegetales. Estas estructuras nitrogenadas están diseminadas en las plantas dicotiledóneas, y de forma particular en las leguminosas forrajeras del género *Erythrina* en las cuales le confieren propiedades deletéreas (Sotelo *et al.*, 1995).

Con relación a la presencia de saponinas se observó gran variabilidad entre las especies, con alturas relativas de la espuma entre 5 y 15 mm, equivalentes a contenidos variables de estos metabolitos (Galindo *et al.*, 1989). No obstante, la prueba no resultó concluyente para poder aseverar su presencia específica, ya que el principio del método cualitativo consiste en la disminución de la tensión superficial del medio, por lo que otros compuestos con propiedades estructurales similares en las plantas evaluadas (mucílagos y glucósidos) pudieron crear falsos positivos al respecto.

En cuanto a la presencia de mucílagos (mezclas de compuestos complejos) estuvieron presentes solo de manera cuantiosa en las especies de Ficus y Morera, plantas que por excelencia contiene látex y/o gomas. Teniendo en cuenta estos resultados, se debe señalar que ninguna investigación ha informado que, compuestos de esa naturaleza, constituyan factores anticualitativos a excepción de los que presentan propiedades cáusticas e irritantes, los cuales se encuentran ausentes en estos géneros (García, 2003).

Por su parte, los compuestos amargos se detectaron cuantiosamente (tres cruces) solo en la biomasa comestible de *A. indica*. Este resultado afecta desde el punto de vista integral, la calidad de su biomasa para la alimentación de animales monogástricos debido a la elevada presencia de terpenoides de elevado peso molecular que afectan la palatabilidad de la especie (de Marcano y Hasegawa, 1991).

#### Cuantificación de compuestos antinutricionales potenciales

Teniendo en cuenta la concentración de FT (Cuadro 3), *A. indica* mostró un nivel significativamente superior ( $P < 0,05$ ) al resto de las especies (4,21%), lo que a su vez corrobora los resultados del análisis cualitativo. En este sentido, el nivel de fenoles en el Árbol del Nim supera los reportados en *M. alba*, *Inga* sp., *Difiza* sp., *Albizia falcataria*, *Arachi pinto* y *G. ulmifolia*, entre otras forrajeras importantes (Valerio, 1994; García y Ojeda, 2004).

Cuadro 3. Niveles de compuestos secundarios en la biomasa comestible de especies no leguminosas

Especie	FT†	TPP	TC	Alcaloides
	----- % -----			
<i>A. indica</i>	4,21a‡	0,80	1,64	0,12a
<i>C. aconitifolius</i>	1,81c	n.d	n.d	0,05b
<i>F. carica</i>	3,51b	0,79	1,77	0,06b
<i>M. oleifera</i>	3,52b	0,90	1,56	0,07b
<i>M. alba</i>	1,50c	n.d	n.d	0,10a
<i>T. gigantean</i>	1,48c	n.d	n.d	0,07b
EE	0,67*	0,18	0,23	0,03*

† FT: polifenoles totales, como equivalente de ácido tánico (Merck). TPP: taninos que precipitan proteína, como equivalente de leucocianidina (Merck). TC: taninos condensados.

‡ Distintas letras en una columna indican diferencias significativas en las medias ( $P < 0,05$ ). EE: Error estándar de la media. n.d: señal analítica no detectada en el análisis cuantitativo.



Por su parte *F. carica* (3,51%) y *M. oleifera* (3,52%) presentaron niveles intermedios y sin diferencias estadísticas entre sí, que a su vez coinciden con las concentraciones informadas en algunas de las leguminosas de mayor distribución subtropical, tales como *Acacia nilotica*, *Vicia sativa* y *Quercus incana* (Makkar, 2003). Finalmente, las especies que en su conjunto presentaron menor diversidad de metabolitos secundarios (*C. aconitifolius*, *M. alba* y *T. gigantea*) también exhibieron baja fracción de compuestos fenólicos. No obstante, las concentraciones de *M. alba* y *T. gigantea* son superiores a las reportadas en otras condiciones de temperatura y suelo (Datta, 2002).

De forma global, los contenidos totales de fenoles no superan los límites críticos en los cuales ocasionan daños al buen funcionamiento digestivo de los rumiantes y que ha sido señalado en investigaciones recientes (Makkar, 2003).

Con relación a las concentraciones de TPP y TC, no se observaron diferencias significativas entre las especies que presentaron estos metabolitos (*A. indica*, *F. carica* y *M. oleifera*), y los valores oscilaron entre 0,79-0,90 y 1,56-1,77%, respectivamente. A manera de comparación, basado en la utilización de los mismos métodos analíticos estandarizados para plantas forrajeras, las concentraciones máximas de TPP y TC son inferiores a los niveles en los cuales la cantidad de compuestos simples derivados del flavonol-3,4-diol pueden causar trastornos fisiológicos en los rumiantes. No obstante, se requiere profundizar en la determinación de la actividad biológica de los principales tipos de metabolitos polifenólicos para establecer criterios determinantes en estas tres especies.

En cuanto al contenido de alcaloides, *A. indica* y *M. alba* presentaron los mayores niveles; sin embargo las concentraciones obtenidas son inferiores a las informadas en algunas leguminosas tropicales, las cuales son ávidamente consumidas por la fauna silvestre, el ganado ovino, caprino y bovino (Sotelo *et al.*, 1996; García, 2003). Por tales motivos no deben afectar el consumo voluntario ni repercutir negativamente en la salud animal. La elevada variabilidad estructural de los alcaloides; así como las disímiles propiedades biológicas de estos metabolitos, son factores que se deben estudiar en estas especies para dilucidar su verdadero efecto en la nutrición de los rumiantes.

### CONCLUSIONES

Las especies *A. indica*, *C. aconitifolius*, *F. carica*, *M. oleifera*, *M. alba* y *T. gigantea* constituyen una importante fuente de forraje, dado sus considerables valores de PC, minerales, poca presencia de compuestos protóxicos y relativamente bajas concentraciones de posibles factores antinutritivos. Sin embargo, el follaje de *A. indica*, dada sus características fitoquímicas, debe ser utilizado para la alimentación de los rumiantes, en los cuales es más factible su uso.

### RECOMENDACIONES

Realizar un uso más intensivo de estas fuentes de alimento y diseñar pruebas de metabolismo en las cuales se determine su potencial de alimentación. No obstante, se requiere profundizar en las características de los principales tipos de metabolitos polifenólicos para establecer criterios determinantes en las especies que los contienen. También se deben realizar evaluaciones de manejo agronómico con la finalidad de determinar la adaptación y productividad de cada especie.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>ta</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA.
- Baldizán A. 2004. 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. 288 pp.
- Ben Salem H., A. Nefzaoui, L. Ben Salem y J.L. Tisserand. 1999. Intake digestibility, urinary excretion of purine derivatives and growth by sheep given fresh, air-dried or polyethylene glycol-treated foliage of *Acacia cyanophylla* Lindl. Anim. Feed Sci. Technol., 98: 297-311.
- Berenbaum M. 1991. Coumarins. En Rosenthal I. y M. Berenbaum (Eds) Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. Interamericana, Canberra. pp. 221-249.

- Colectivo de autores. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. *Pastos y Forrajes*, 23(2): 105-122.
- Datta R. 2002. Mulberry cultivation and utilization in India. *En* FAO. *Mulberry for Animal Production*. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, pp. 45-62.
- De Marcano D y M. Hasegawa. 1991. *Fitoquímica Orgánica*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, Venezuela 451 pp.
- Galindo W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. *Livestock Res. Rural Develop.*, 1(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd1/1/mauricio.htm>.
- García D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis de Maestría. EEPF "Indio Hatuey", Cuba. 97 pp.
- García D.E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27(2): 101-116.
- García D. E. y F. Ojeda. 2004. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). II Polifenoles totales. *Pastos y Forrajes*, 27(1): 59-64.
- García D.E., F. Ojeda e I. Montejo. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). I Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. *Pastos y Forrajes*, 26(4): 335-346.
- González E. y O. Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25(1): 15-20.
- Lezcano S.Q. y R. González. 2000. Metodología para la evaluación de alimentos de consumo animal. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 93 pp.

- Makkar H.P.S. 2003. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. A Laboratory Manual. Kluwer Academic, Netherlands. 102 pp.
- Makkar H.P.S. y K. Becker. 1998. Do tannins in leaves of trees and shrubs from Africa and Himalayan regions differ in level and activity? *Agroforestry Sys.*, 40(1): 59-68.
- 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.
- Martínez S.J., Y. Hernández y R. Guevara. 1996. Determinación cuantitativa de algunos factores antinutritivos en cinco leguminosas tropicales. Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 121 pp.
- Mengcheng T., J. Zhishen y Z. Xiangrui. 1996. Study on flavonoid content in mulberry leaves. *J. Zhejiang Agric. Univ.*, 22(4): 394-398.
- Pineda M. 2004. Resúmenes de fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 204 pp.
- Pinto R., I. Ramírez, J.C. Kú-Vera y L. Ortega. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. *Pastos y Forrajes*, 25(3): 171-179.
- Porter I. ., I.N. Hrstich y B.G. Chan. 1986. The conversión of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.*, 25: 223-227.
- Ramos G., P. Frutos, F.J. Giráldez y A.R. Mantecón. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. Zootec.*, 47(180): 597-620.
- Savón L., O. Gutiérrez e I. Scull. 2005. Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. VI Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

- Simón L. 1998. Del monocultivo de pastos al silvopastoreo. La experiencia de la EEPF IH. En Simón L. (Ed) Los Árboles en la Ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba pp. 9-14
- Sotelo A, E. Contrera y S. Flores. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. *Plant Food*, 47: 115-123.
- Sotelo A, M. Soto y B. Lucas. 1996. Comparative studies of the alkaloids composition of two Mexican *Erythrina* species and nutritive value of the detoxified seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 2340-2343.
- Valdés R. y M.I. Balbín. 2000. Curso de fisiología y bioquímica vegetal. Universidad Nacional de Ciencias Agrarias de la Habana, La Habana, Cuba. pp. 89-73.
- Valerio S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas*, 1(1): 10-13.
- Van Soest P.J., J. Robertson y B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.

## **Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola***

Damelys Sanabria<sup>1\*</sup>, Ramón Silva-Acuña<sup>1</sup>, Miguelina Marcano<sup>1</sup>,  
Renny Barrios<sup>1</sup>, Editor Rivas<sup>1</sup> e Iraidá Rodríguez<sup>2</sup>

### **RESUMEN**

Durante tres años, en un suelo arenofrancoso de sabana en el estado Monagas, Venezuela, se evaluó el uso de la labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola* y la influencia sobre su comportamiento agronómico. Los tratamientos fueron: Pasto sin roturar (SR), rastra o labranza convencional (LC) y un pase de rastra mas un pase de subsolado o labranza profunda (LP), distribuidos en bloques al azar, con tres repeticiones de 1.100 m<sup>2</sup> c/u. Se fertilizó al voleo, aplicando al inicio 400 kg de fosforita acidulada y tres meses después con 100 kg de urea y 100 kg de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ha. Al segundo año se reabonó con urea, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub> a razón de 100, 100 y 50 kg/ha, respectivamente. Durante los períodos húmedos y semihúmedo se cuantificó la cobertura, altura, frecuencia de aparición, producción de biomasa aérea en base seca (MS) y contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio en la planta. En todos los tratamientos hubo recuperación del pasto en las variables estudiadas. Entre los sistemas con roturación del suelo, el sistema LP propició recuperación rápida de la pastura en cuanto a cobertura y MS y difiere estadísticamente de los tratamientos SR y RC, mientras que en altura de la planta y frecuencia, el sistema SR muestra valores idénticos a LP; sin embargo, tales tratamientos al final del período experimental fueron similares. En los tres tratamientos evaluados los contenidos de fósforo y potasio satisfacen los niveles críticos de la planta y los requerimientos mínimos para bovinos a pastoreo, mientras esto no ocurre para calcio y magnesio.

*Palabras clave:* labranza, degradación, sabana, *Brachiaria*.

---

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

<sup>2</sup> INIA. Centro de Investigaciones del estado Anzoátegui, El Tigre, estado Anzoátegui. Venezuela.

### **Evaluation of three tillage systems in the recovery of a degraded pasture of *Brachiaria humidicola***

#### **SUMMARY**

During three years, on a sandy loam soil, in Monagas state savannas, Venezuela, it was evaluated the effect of tillage in the recovery of a degraded pasture of *Brachiaria humidicola* and its influence in the physical and chemistry properties of the soil. The treatments were: Pasture without tillage (WT), conventional harrow (CH), and one pass of harrow plus one pass of sub-soiling at 40 cm of deep (H+S), using a randomized block design, with three repetitions of 1100 m<sup>2</sup> each. At the beginning of the experiment it was applied 400 kg of acidulated phosphate rock and three months later, 100 kg/ha of urea and 100 kg/ha of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The second year it was applied urea, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and MgSO<sub>4</sub>, using 100, 100 and 50 kg/ha, respectively. During the rainy and transition periods, it was measured the cover, height, frequency, production of aerial biomass in dry base, and contents of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in the plant. In all treatments, there was a recovery of the pasture in the studied variables. The H+S system caused a rapid recuperation of the pasture for cover and aerial biomass with statistical differences with treatments WT and CH, whereas for height and plant frequency, the systems WT and H+S showed identical values; however, these treatments were identical at the end of the experiment. In the evaluated treatments, the contents of phosphorus and potassium satisfied the critical values of the plant and the minimum requirements for bovines at grazing, but not for calcium and magnesium.

*Keywords:* tillage, degraded pasture, savannas, *Brachiaria*.

#### **INTRODUCCIÓN**

El problema de degradación y recuperación de pasturas en el trópico americano ha sido ampliamente discutido con énfasis en pasturas de *Brachiaria decumbens* y otras especies del mismo género (Arruda *et al.*, 1987; Carvalho *et al.*, 1990). Para disminuir los problemas de degradación de las pasturas, se han realizado algunas observaciones sobre el efecto de asociaciones gramíneas-leguminosas, así como el efecto de la labranza con rastra para obtener aumento de productividad de las mismas. No obstante, tanto los pastizales puros como los asociados han sufrido degradación a

través del tiempo, y se caracterizan por baja producción de biomasa y alta incidencia de malezas (Sanabria *et al.*, 1995; Soares *et al.*, 1992).

Otros estudios (CIAT, 1995; Macedo *et al.*, 2005) sugieren que además de algunos factores bióticos y de fertilidad del suelo, la principal causa de la degradación de los pastizales son los cambios en las propiedades físicas del suelo, debido al exceso de preparación, principalmente con discos. Entre estos cambios, la compactación causa resistencia mecánica a la germinación de las semillas y a la extensión de las raíces, cambios en el estatus de aireación y gas intercambiable entre el suelo y la atmósfera y el contenido de humedad, siendo imprescindible la evaluación de prácticas de labranza, de sistemas de pastoreo, uso de enmiendas y sistemas de cultivos que establezcan la productividad de las pasturas a un nivel que sea sostenible.

En relación a lo antes expuesto, la presente investigación tiene el propósito de evaluar en pasturas degradadas de *Brachiaria humidicola*, establecidas en las sabanas bien drenadas del estado Monagas, los cambios que ocurren como resultado del uso de rastra y labranza profunda en la cobertura vegetal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y características del área experimental

El experimento se condujo desde julio de 1997 hasta julio del 2000. Se instaló en el fundo Margo, localidad de Santa Bárbara, al oeste del estado Monagas, Venezuela, sobre una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. La unidad de paisaje característico es de Mesa Llana, con promedios anuales de temperatura y precipitación de 26,8°C y 1.092,3 mm, respectivamente, con picos de máxima para los meses de junio, julio y agosto (Figura 1). Según Ewel y Madriz (1968), el área experimental forma parte de la zona de vida catalogada como bosque seco tropical. Los suelos presentan 86% de arena en sus primeros 20 cm de profundidad y niveles de 8, 30, 240 y 8 ppm de P, K, Ca y Mg, respectivamente con pH de 5,1. Para la profundidad de 20-40 cm presenta niveles de 4, 15, 170 y 3 ppm de P, K, Ca y Mg, respectivamente, con pH de 5,5.

La condición inicial de la pastura antes del establecimiento del experimento era la siguiente: 20% de cobertura de pasto, altura 9,2 cm, 69% frecuencia de aparición y 0,0 g/m<sup>2</sup> de producción de biomasa área seca, determinada a los 10 cm del suelo y área del suelo desnuda de 52,2%. Las



especies invasoras presentaron 25,7% de cobertura, 16,7 cm de altura, 100% de frecuencia de aparición, 4,22 para el índice de frecuencia/abundancia y 20,9 g/m<sup>2</sup> de producción de biomasa aérea en base seca. El índice de frecuencia y abundancia indica la importancia relativa de una especie en un tratamiento o finca determinada. Para el caso de este estudio, se consideraron importantes aquellas especies o grupo de ellas cuyo índice fue igual o mayor a dos. Según Spain y Gualdron (1991), la condición antes señalada describe el alto nivel de degradación de la pastura.

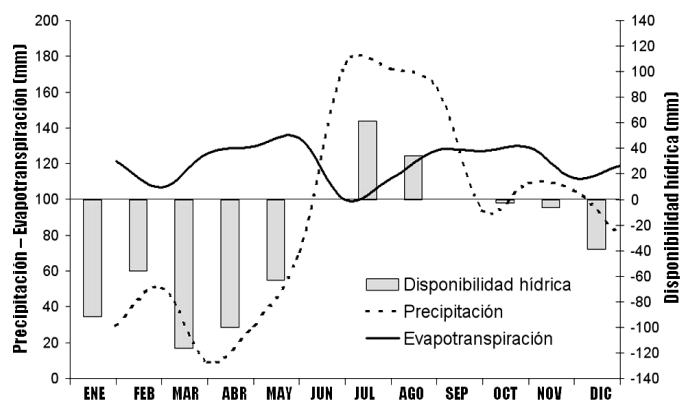


Figura 1. Disponibilidad hídrica durante los años de conducción del experimento (1997-2000). Estación meteorológica del Campo Experimental Santa Bárbara, INIA-Monagas.

### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados fueron: 1) suelo sin roturar, 2) suelo con un pase de rastra y 3) un pase de rastra para cortar el pasto y luego, un pase de subsolado hasta 40 cm de profundidad. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones y nueve unidades experimentales, con un área de 1.100 m<sup>2</sup> c/u. Los valores de las variables cuantificadas fueron analizados estadísticamente a través de análisis de varianza y las diferencias entre los tratamientos determinadas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

### **Fertilización de la pastura**

De acuerdo al análisis del suelo, las recomendaciones de fertilización para pastos en la zona (Gilbert *et al.*, 1990), experiencias en sitios similares (Sanabria *et al.*, 2000) y necesidades del cultivo (Rao *et al.*, 1998) se decidió el esquema de fertilización a realizar. Al año de inicio (Jul/1997) se aplicó 400 kg de fosforita acidulada, incorporada con el pase de rastra en los tratamientos con roturación del suelo, y al voleo en el tratamiento sin labranza. Tres meses después de aplicados los tratamientos, se fertilizó con 100 kg de urea y 100 kg de cloruro de potasio/ha. Al año de establecido (Jul/1998) no se reabonó y al segundo año (Jul/1999) se reabonó con urea, sulfato de potasio y sulfato de magnesio heptahidratado a razón de 100, 100 y 50 kg/ha, respectivamente.

### **Evaluaciones**

De acuerdo de las recomendaciones de Toledo (1991) las evaluaciones para medir sostenibilidad de una pastura se deben realizar en cada período contrastante del año en cuanto a factores climáticos. Durante los períodos de baja pluviosidad (abril), máxima pluviosidad (julio) y salida del periodo lluvioso (diciembre) se realizaron las evaluaciones en la planta (considerando todas las especies presentes) utilizando marcos metálicos de 0,25 m<sup>2</sup>, lanzados al azar hasta totalizar 10 submuestras por repetición utilizando transectas

Las variables evaluadas en cada muestra fueron: composición botánica (gramínea introducida y otras hojas plantas), cobertura del suelo (%), altura de las plantas (cm), frecuencia (%), producción de biomasa aérea en base seca (g/m<sup>2</sup>) y contenidos (%) de P, K, Ca y Mg en el pasto. La altura de corte fue de 10 cm por encima del suelo. Las muestras de planta se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas para determinar peso seco y se promediaron los valores para cada repetición.

Se cuantificó la frecuencia de las especies basándose en la relación: número de marcos donde aparece la especie multiplicado por 100/total de marcos observados (Matteucci y Colma, 1982). Las determinaciones de contenido mineral en la planta se hicieron solamente durante los meses de julio durante la conducción del experimento, con muestras tomadas al azar. Al año del establecimiento (Jul/98), después de cada evaluación de la pastura durante los periodos señalados, se introdujeron 10 unidades animales durante cuatro días, a fin de disminuir la disponibilidad de biomasa y estimar su efecto sobre la composición botánica de la misma. Al final del periodo seco

se uniformizaba la pastura con un pase de rotativa. El experimento tuvo una duración de tres años.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 2 y 3 se muestran la altura y cobertura, y la producción de biomasa aérea seca y frecuencia de aparición, respectivamente, de *Brachiaria humidicola* por efecto de los tres sistemas de labranza.

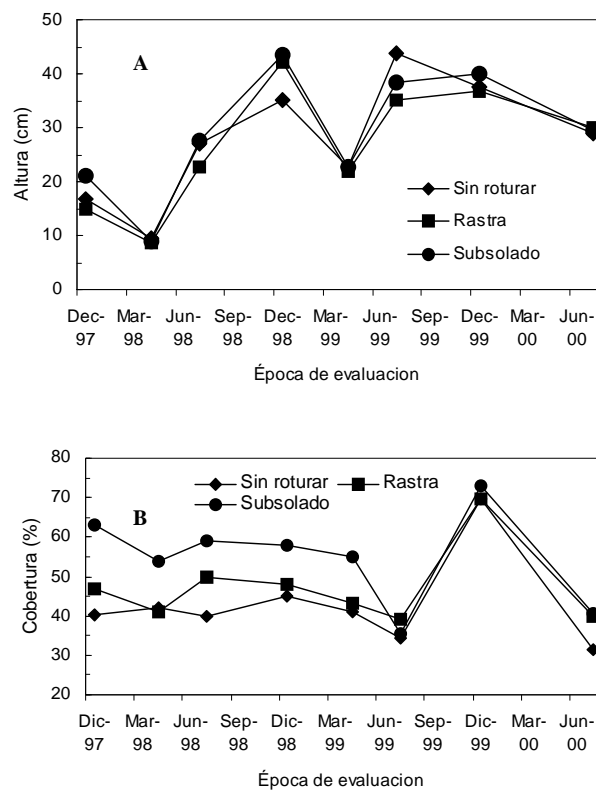


Figura 2. Variación de la altura (A) y cobertura (B) de *Brachiaria humidicola* sometida a tres sistemas de labranza para su recuperación.

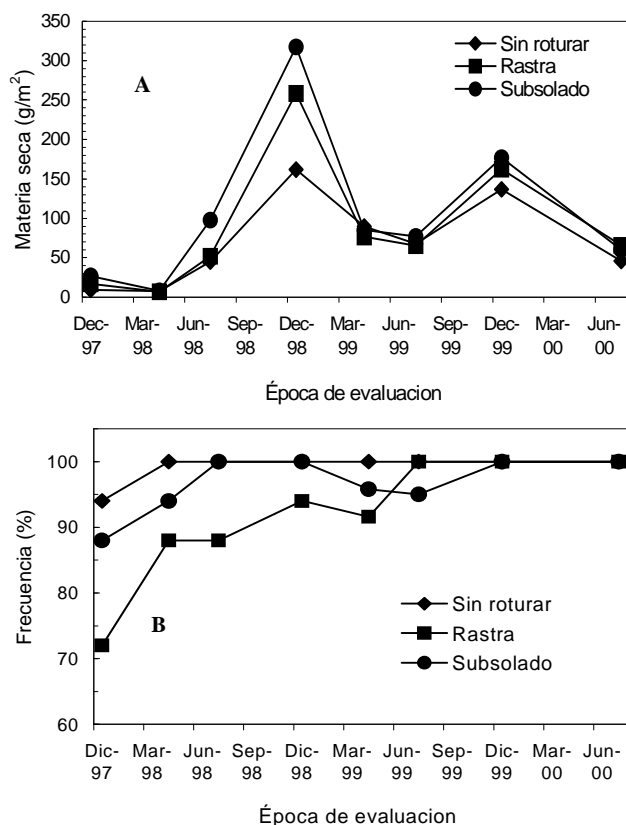


Figura 3. Variación de la producción de biomasa aérea seca (A) y frecuencia de aparición (B) de *Brachiaria humidicola* sometida a tres sistemas de labranza para su recuperación.

### Cobertura

El análisis estadístico para los muestreos de Dic/97 y Jul/98 reveló diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre los sistemas de labranza, mientras que para otros muestreos no hubo diferencias entre los sistemas de recuperación de la pastura. En los muestreos donde se detectó diferencias, la labranza profunda (LP) alcanzó la mayor cobertura (63 y 59%, para Dic/97 y Jul/98, respectivamente) y para el tratamiento sin labranza (SR) se observó la menor cobertura (40,2 y 40,0%), en las mismas épocas. El tratamiento con labranza convencional (LC) presentó valores intermedios a los otros dos

sistemas (47 y 50 %). Esta tendencia se observa hasta Dic/98 y se explica por el efecto favorable del pase de rastra en la propagación de los tallos estoloníferos al inicio del experimento. Apenas para el muestreo de Dic/99 los tratamientos SR y LC presentaron valores idénticos de cobertura (69%). En esta época (30 meses después de aplicado los tratamientos) se presentó el mayor promedio de cobertura de los tratamientos. Tal comportamiento pudiera atribuirse a la mayor precipitación durante el período de salidas de lluvias de ese año que permitió el uso más eficiente del reabono efectuado ese año, por una pastura en proceso de recuperación.

La tendencia a mayores porcentajes de cobertura en los tratamientos LC y LP en relación a SR pudiera indicar efecto favorable del uso de las maquinarias en la disminución de la resistencia del suelo, aumento del contenido de humedad en el perfil y mayor incorporación de nutrimentos en el suelo al inicio del experimento como es señalado por Silva-Acuña *et al.* (2005), lo cual incidió en mayor crecimiento horizontal de la pastura y en la disminución significativa de las malezas y del área descubierta.

### Altura

El sistema de labranza profunda favoreció de manera significativa ( $P \leq 0,01$ ) la altura de *B. humidicola* solamente en los dos muestreos del año 1998 y Jul/99. El sistema con rastra (LC) resultó inferior en los meses de mayor precipitación (julio) con valores de 22,6 y 35,2 cm, mientras que para el muestreo de Dic/98 apenas se detecta diferencias significativas para el sistema sin labranza (35,2 cm) y labranza profunda (43,5 cm). Estas diferencias entre los tratamientos donde hubo laboreo del suelo en los dos primeros años se explica por la compactación superficial producida por la rastra que afecta las condiciones físicas del suelo y limita el desarrollo de las raíces. Ara (1991) señala que el encostramiento de la superficie del suelo impide la emergencia de las plántulas, e indica que en pasturas tropicales que se establecen en condiciones limitativas, la posibilidad de incrementar el vigor de las plántulas en esa pastura, es alta cuando se hace un mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. En este experimento se ratifican esos resultados, al constatar los mayores valores de altura para el tratamiento con subsolado en el cual hubo menor resistencia a la penetración al inicio del experimento en relación al sistema con rastra, de acuerdo a lo reportado por Silva-Acuña *et al.* (2005).

Los valores de altura registrados en el experimento en Jul/99, época donde la pastura ya se había recuperado, no superaron los 43,7 cm. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Gómez *et al.* (2000) para la misma

especie en el piedemonte Amazónico de Colombia y lo relacionan con el hábito de crecimiento muy postrado de esta especie. De manera similar, observaron que posterior a la fase de establecimiento, *B. humidicola* presentó menor altura, pero mayor cubrimiento del suelo en comparación con otras especies del mismo género. Similares resultados se constataron en este experimento al verificarse que la mayor respuesta de la pastura ocurrió en cobertura del suelo que en altura de la planta.

### **Producción de biomasa aérea.**

El efecto más notorio de la labranza sobre la recuperación de la gramínea introducida fue en la producción de biomasa aérea en base seca (Figura 3A). De manera general se constató que los tratamientos donde hubo roturación del suelo presentaron mayor producción de biomasa aérea. Particularmente para los muestreos Dic/97, Jul. y Dic/98 y Jul/00 se detectaron diferencias entre los tratamientos ( $P \leq 0,01$ ). Excepto para el muestreo de Jul/00 donde los valores de producción del tratamiento con subsolado fueron menores ( $60,5 \text{ g/m}^2$ ) a los del tratamiento con rastra ( $65,6 \text{ g/m}^2$ ), pero estadísticamente similares. Para todos los otros muestreos, el tratamiento con subsolado (LP) fue superior en producción de biomasa y estadísticamente similar al tratamiento con rastra, pero diferente estadísticamente al tratamiento sin roturación (SR). Tal comportamiento demuestra la bondad de los tratamientos con roturación del suelo, principalmente con LP, lo cuales favorecen el desarrollo aéreo de las plantas, lo cual está relacionado con el desarrollo de las raíces. Al respecto, Silva-Acuña *et al.* (2005) encontraron diferencias significativas en densidad de raíces del pasto *B. humidicola* para los tratamientos con labranza profunda y se compagina con lo observado con Ohep *et al.* (2002) sobre el efecto de sistemas de labranza sobre la densidad de la masa radical del maíz.

Después de un año de iniciado el experimento se observó que la mayor producción de biomasa aérea de *B. humidicola* se concentró en el mes de diciembre y la menor producción durante el período de máxima precipitación (julio), coincidiendo este mes con la elongación de los tallos para producción de semillas. El mes de diciembre corresponde con la salida de lluvias o período subhúmedo (Figura 1). La mayor producción de biomasa a las salidas de lluvias es similar a lo señalado por Díaz *et al.* (2004) quienes observaron que en un pastizal con predominio de *Brachiaria decumbens*, la mayor producción de biomasa ocurrió en el período de transición lluvia-sequía. De manera similar, Gómez *et al.* (2000) en estudios sobre la adaptación de 21 accesiones e híbridos de *Brachiaria*, encontraron que la producción de materia seca se relacionó inversamente con la precipitación

ocurrida en el mes siguiente al corte de uniformidad anterior al muestreo, y lo relacionan entre otras causas a la reducción en la tasa de fotosíntesis de las plantas debido a la alta nubosidad en la época de lluvias.

Aunque la producción de materia seca del tratamiento testigo tiende a ser inferior a los sistemas con labranza, su incremento a través del período experimental en este sistema indica que la fertilización, independientemente del sistema de labranza, también favoreció la recuperación de la pastura en términos de producción de biomasa aérea, pero a un menor ritmo de crecimiento. Al respecto, estudios realizados por Soares *et al.* (1992) sobre recuperación de pasturas de *Brachiaria decumbens*, comparando fertilización y roturación, demostraron que la fertilización sin roturación del suelo tuvo un efecto benéfico sobre la recuperación y producción de materia seca del pasto. Rao *et al.* (1998) también señalan que *Brachiaria humidicola* cv. humidicola aumenta la producción de follaje con aumentos de la fertilidad del suelo, relacionándola con un aumento en la relación hoja:tallo.

La tecnología de cero labranzas con fertilización puede ser una alternativa para explotaciones bovinas con grandes extensiones de tierra y baja disponibilidad de maquinarias. Al respecto, Amézquita *et al.* (2005) señalan que sistemas agropastoriles basados en especies forrajeras con sistemas radiculares profundos y adaptados a suelos ácidos, son marcadamente superiores a sistemas con rotación de cultivos para formación de una capa arable en Oxisoles con sabanas infértiles. Por lo tanto, *Brachiaria humidicola* es una alternativa para las condiciones de suelos ácidos de sabanas bien drenadas de los llanos de Monagas dada sus características agronómicas, siempre y cuando se considere el manejo integrado del suelo.

#### **Frecuencia de aparición.**

En la Figura 3B se presentan los valores de frecuencia de aparición de *B. humidicola*. Independientemente del sistema de labranza, estos valores incrementaron en todos los tratamientos con respecto al estado inicial de la pastura, indicando un efecto favorable de las prácticas de fertilización del pastizal sobre el crecimiento de los tallos estoloníferos y formación de semillas sexuales de mayor viabilidad (Spain y Gualdrón, 1991). Hasta diciembre de 1998, el tratamiento con rastra (LC) mostró los valores promedios más bajos, posiblemente debido a las mismas causas que incidieron en la altura de las plantas. Por lo tanto, el éxito en el establecimiento se alcanza cuando se provee a la semilla un ambiente el cual estimule la rápida germinación y emergencia (Gan *et al.*, 1992).

**Contenido de minerales.**

En las Figuras 4 y 5 se presentan los contenidos de magnesio y potasio, y calcio y fósforo, respectivamente, del follaje de *Brachiaria humidicola* en cinco muestreos a lo largo del período experimental.

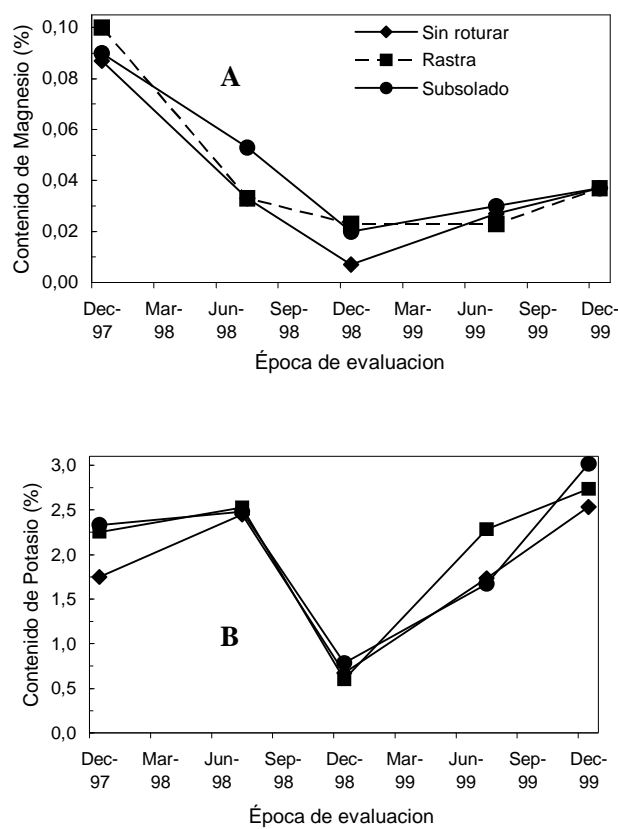


Figura 4. Efecto de tres sistemas de labranza en el contenidos de magnesio (A) y potasio (B) de la biomasa aérea de *Brachiaria humidicola*, en varias épocas de muestreo.



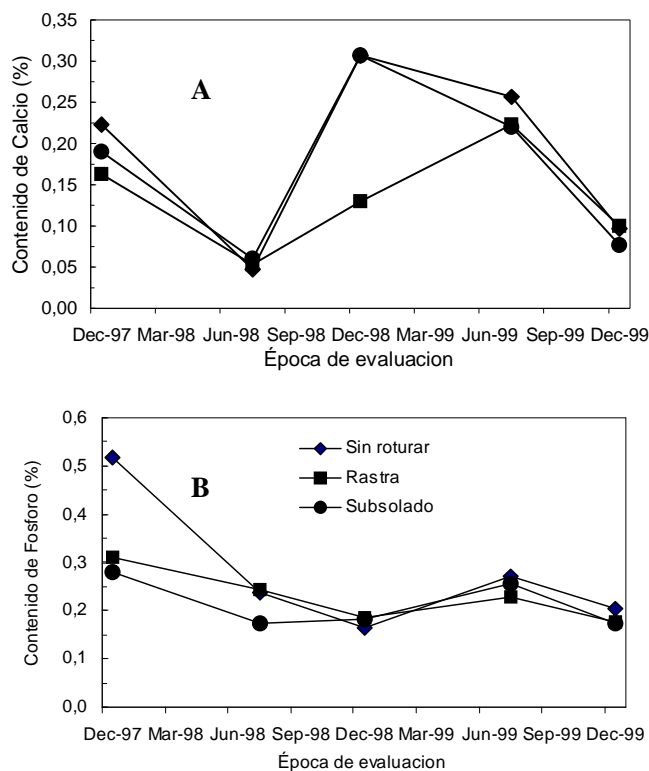


Figura 5. Efecto de tres sistemas de labranza en el contenidos de calcio (A) y fósforo (B) de la biomasa aérea de *Brachiaria humidicola*, en varias épocas de muestreo.

No hubo una tendencia definida, en la variación de los contenidos de Mg, K, Ca y P, en la planta por efecto de los diferentes tratamientos de labranza. Las diferencias observadas parecen estar asociadas a la época de aplicación del abono y reabono, contenido de humedad en el perfil del suelo, diferencias en la densidad de raíces y producción de follaje de la pastura de acuerdo a lo reportado por Silva-Acuña *et al.* (2005) y al efecto de la interacción de los elementos en el suelo sobre los procesos de absorción de la planta (Malavolta, 1980; Faquin *et al.*, 1995). Sin embargo, Amézquita *et al.* (2005) determinaron influencia de la intensidad de la labranza (número de pases) y uso de la tierra (rotación de cultivos, sistemas agropastoriles) sobre el crecimiento de la planta y absorción de nutrientes.

Los valores críticos internos encontrados para *B. humidicola* son: 0,08 0,74 y 0,21% que corresponden a P, K y Ca, respectivamente (CIAT, 1981). Se observa que los tenores de fósforo (0,16 a 0,5%) y potasio (0,78 a 3,02%) en el follaje siempre estuvieron por encima de los valores críticos excepto para potasio en Dic/98 con promedio de 0,68%, tal comportamiento indica la alta capacidad de exploración de esta especie a través de un sistema radicular extenso, con alta cantidad de raíces finas que se encuentran en su mayoría en los primeros 20 cm del suelo (Costa *et al.*, 2002). La raíces finas representan casi la totalidad de la longitud y el área del sistema radicular y más de la mitad de su masa seca total, que le permite explorar mayor volumen del suelo y así absorber principalmente el fósforo, cuya tasa de difusión es muy baja (Vera y Alves, 2005; Wissuwa, 2005). Para el calcio se observó que sus tenores estuvieron por encima de lo establecido solamente en el sistema sin labranza y subsolado (0,31%) para el muestreo de Dic/98, y sus valores mas bajos se detectaron en Jul/98 (0,035%). Según Rao *et al.* (1998) la eficiencia en el uso de Ca es mayor en *B. humidicola cv. humidicola* que en *B. brizantha* y *B. decumbens*, utilizándolo principalmente para la formación de raíces y elongación del tallo. Tejos *et al.* (1996) consideran que los niveles críticos de Mg en el tejido de forrajes tropicales debe estar entre 0.05 a 0.20%; pero tales valores solo se observaron en la pastura en Dic/97, en todos los tratamientos evaluados, sin detectarse diferencias significativas entre ellos.

De acuerdo a McDowell (1992) en las plantas las concentraciones críticas para deficiencia o requerimientos mínimo para bovinos a pastoreo son de: 0,25 de P; 0,60% de K; 0,30% de Ca y 0,18% de Mg, lo cual sugiere que en la planta de *Brachiaria humidicola* los niveles de P existentes fueron adecuados para la producción animal durante los tres años de conducción del experimento, excepto para Dic/98 y Dic/99 y para el tratamiento con subsolado en Jul/98. Los contenidos de K satisfizo el requerimiento animal durante todo el período estudiado. Para los tenores de Ca se puede observar que con excepción del muestreo de Dic/98, específicamente para los sistemas sin labranza y subsolado, en donde se alcanzó el nivel crítico establecido, en los demás muestreos los tenores estuvieron siempre por debajo de las concentraciones críticas. De igual manera, los tenores de magnesio siempre estuvieron muy por debajo de lo indicado para satisfacer el requerimiento animal.

En las condiciones de sabanas de Monagas donde el experimento se realizó es fundamental considerar la aplicación de fuentes de calcio y magnesio en la fertilización de la pastura o como suplemento en la alimentación animal a fin de prevenir deficiencia de los mismos.

### CONCLUSIONES

En los tratamientos con y sin roturación del suelo hubo recuperación de la pastura en cuanto a cobertura del suelo, altura del pasto, frecuencia de aparición, producción de biomasa aérea y contenidos de fósforo y potasio en la planta.

Entre los sistemas con roturación del suelo, el sistema de labranza profunda propició recuperación rápida de la pastura en cuanto a cobertura, altura, frecuencia de aparición y producción de biomasa aérea, en relación al tratamiento con rastra y, al final ambos sistemas fueron similares para estas variables.

En los muestreos realizados durante el período semi-húmedo (diciembre) se observó la mayor cobertura y producción de biomasa aérea.

Tanto para los niveles críticos internos encontrados para *B. humidicola* y para los requerimientos mínimos de bovinos a pastoreo los valores fueron superiores para fósforo y potasio, pero inferiores para calcio y magnesio.

### LITERATURA CITADA

- Amézquita E., I. Rao, J. Bernal, E. Barrios, M. Rondón y M. Ayarza. 2005. Management of acid soil in the llanos of Colombia. Workshop "Advances in improving acid soil adaptation of tropical crops and forages, and management of acid soils" Brasilia, Brasil. Resúmenes. pp. 10
- Ara M. 1991. Factores edáficos cuyas propiedades físicas afectan el desarrollo de las plántulas de las especies forrajeras. En Lascano C. y J. Spain (Eds.). Establecimiento y Renovación de Pasturas. CIAT, Cali, Colombia. pp. 32-58.
- Arruda N.G. de, R.B. Cantarruti y E.M. Moreira. 1987. Tratamientos físico – mecánicos de fertilização na recuperação de *Brachiaria decumbens* em solos de tabuleiro. Pasturas Trop., 19(3):36-39

- Cárvalo S.I.C. de, L. Vilela, J.M. Spain y C.T. Karia. 1990. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk na região dos cerrados. *Pasturas Trop.*, 12(2):24-28
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Tropical Pastures Program Annual Report. 1980. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1995. Tropical Lowlands Program. Annual Report 1994. CIAT, Cali, Colombia.
- Costa F. da, R.O. Pereira, S. Paciomick y J.B. Rodríguez de A. 2002. Distribuição vertical de características morfológicas do sistema radicular de *Brachiaria humidicola*. *Pasturas Trop.*, 24(3):15-20.
- Díaz Y., F. Espinoza y J.L. Gil. 2004. Efecto de la fertilización con fósforo en la relación suelo-planta animal en suelos ácidos del estado Cojedes, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 22(4):317-331.
- Ewel J. J. y R. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. MAC. Caracas..
- Faquin V., N. Curi, J.J.G. Márquez, W.G. Teixeira, A.R. Evangelista, D. Santos y M.M. Carvalho. 1995. Limitações nutricionais para gramíneas forrageiras em Cambissolo álico da microregião Campos da Mantiqueira-MG, Brasil. 2. Nutricao em macro e micronutrientes. *Pasturas Trop.*, 17(3):17-21.
- Gan Y., E.H. Estobe y J. Moes. 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. *Crop Sci.*, 32: 1275-1281
- Gómez M.M., J.E. Velásquez, J.W. Wiles y F.T. Rayo. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el piedemonte Amazónico colombiano. *Pasturas Trop.*, 22(1):19-25
- Malavolta E. 1980. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. Ceres, Sao Paulo, Brasil.
- McDowell L.R. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press. San Diego.
- Macedo M.C., A.H. Zimmer, C. Miranda y F.P. Costa. 2005. Agropastoril production in no tillage systems in the cerrado. Workshop "Advances

- in improving acid soil adaptation of tropical crops and forages, and management of acid soils” Brasilia, Brasil. Resúmenes. pp 9.
- Matteucci S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria general de la OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D.C., E.U.A. 149 p.
- Ohep C., F. Marcano, S. Pudzzar y C. Colmenares. 2002. Efecto de la labranza conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento del maíz. *Bioagro*, 14(1): 37-45.
- Rao I.M., P.C. Kerridge y M.C.M. Macedo. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En Miles J.B., B.L. Maass y C.B. do Valle (Eds) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT, Cali, Colombia y EMBRAPA/CNPQC, Campo Grande, Brasil. pp.65-89.
- Sanabria V.D., U. Manrique, M. Rodríguez, A. de Gil y P. Argel. 1995. Siembra de leguminosas en un pastizal establecido de *Brachiaria decumbens*. *Zootecnia Trop.*, (13)2: 245-260.
- Silva-Acuña R., D. Sanabria, M. Marcano, E. Rivas y R. Barrios. 2005. Cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo de sabana bien drenada con tres sistemas de labranza en una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. *Zootecnia Trop.*, 23(4): 373-392.
- Soares Filho C.V., F.A. Monteiro y M. Corsi. 1992. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. *Pasturas Trop.*, 14(2): 2-6.
- Spain M. y R. Gualdrón. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En Lascano C. y J. Spain (Eds.). *Establecimiento y Renovación de Pasturas*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 75-84.
- Tejos R., C. Rodríguez, N. Pérez, L. Rivero, M. Terán y L. Colmenares. 1996. Gramíneas forrajeras promisorias para el llano bajo: En Tejos R., A. Zambrano, G. Camargo y L. Mancilla (Eds) *II Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción animal*. Universidad Nacional Ezequiel Zamora, Barinas. pp. 9 - 14.

- Vera M y C. Alves. 2005. Mechanisms of plants adaptation to low phosphorus conditions. Workshop "Advances in improving acid soil adaptation of tropical crops and forages, and management of acid soils" Brasilia, Brasil. Resúmenes. pp 1
- Wissuwa M. 2005. Combining a modelling with a genetic approach in establishing associations between genetic and physiological effects in relation to phosphorus uptake. *Plant and Soil*, 269(1): 57-68.

## **Efectos de la ractopamina y lisina sobre la deposición de grasa en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde**

Aníbal Pérez, Nestor E. Obispo\*, José Palma y Claudio F. Chicco

### **RESUMEN**

De una población de ciento ochenta cerdos, híbridos comerciales mejorados genéticamente para la condición magro, los cuales fueron alimentados con raciones conteniendo dos niveles de ractopamina (RAC: 0 y 10ppm) y tres niveles de lisina (Lis: 0,95, 1,05 y 1,15%) se seleccionó al azar, al momento del sacrificio, una muestra de 60 cerdos (10 por tratamiento, cinco machos y cinco hembras), para evaluar las variables: contenido de magro estimado (TME), profundidad grasa dorsal en última y décima costilla (PG13 y PG10), área del músculo *longissimus dorsi*, porcentaje de proteína cruda (PC) y de grasa intramuscular (GIM) y relación proteína grasa (P:G). Se observó un efecto entre el nivel de Lys y RAC ( $P < 0,001$ ) sobre PG, siendo más bajo para Lys1,15-RAC10 (1,4 cm) en comparación con Lys0,95 y Lys1,05 con RAC10 (1,73 y 1,68 cm). Así mismo, este tratamiento dio valores más bajo a los niveles de Lys-RAC0 (2,23, 1,74, y 1,72 cm, en el mismo orden de Lys). Se observó un efecto entre Lys y RAC ( $P < 0,05$ ) sobre el PC, siendo el valor más alto a Lys1,15-RAC10, superando por 1,36 unidades porcentuales (UP) a Lys1,15-RAC0. El mismo efecto de interacción ( $P < 0,001$ ) se observó para el GIM con valores más bajos de GIM al nivel de Lys1,15-RAC10 (0,98%) al compararlo con Lys1,15-RAC0 (1,79%) y con 0,95Lys y Lys1,05 con y sin RAC, respectivamente (2,35 2,47 2,25 y 3,22%, respectivamente). Igualmente, se observó efecto entre Lys y RAC ( $P < 0,001$ ) sobre el TME, superando Lys1,15-RAC10 (55,75%) a Lys1,15-RAC0 (52,32%). Se observó un efecto lisina x sexo ( $P < 0,001$ ), sobre el TME, donde las hembras superaron a los machos castrados por 0,41 2,23 y 5,4 UP para Lys0,95, 1,05 y 1,15%, respectivamente. En general, se observó una mejora en la calidad de

---

\* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apartado Postal 4653, Maracay 2101. Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: nobispo@inia.gob.ve

la canal en cuanto al magro y disminución de la grasa de cobertura dependiente individualmente o en combinación entre el nivel de lisina y ractopamina. Por otro lado, la concordancia de los valores de magro estimados y los de la relación P:G indican que este último podría usarse como un buen indicador de calidad de magro.

*Palabras clave:* cerdo, ractopamina, lisina, porcentaje de magro, grasa, ceba.

### **Effect of ractopamine and lysine on lean yield of leaning pigs in the finishing phase**

#### **SUMMARY**

From a population of one hundred-eighty commercial hybrids pigs, fed diets containing two levels of ractopamine (RAC:0 and 10ppm) and three levels of lisina (Lys:0.95, 1.05 and 1.15%) a sample of 60 animals (10 per treatment, five males and five females) were pulled out at random to evaluate their carcass lean. It was estimated the lean percentage (EL), and the following variables: backfat depth (cm) at the tenth and last rib (DF10 and DF13), the area of *longissimus dorsi* muscle, protein (CP) and intramuscular fat (IMF) contents (%), and a calculation of the protein:fat ratio. It was observed an effect between of the level of Lys and RAC ( $P<0.001$ ) on DF, with lower values for Lys1.15 and RAC10 (1.4 cm) as comparing to Lys0.95 and Lys1.05 with RAC10 (1.73 and 1.68 cm). Also, this treatment showed lower values of DF than the same levels of Lys-RAC0 (2.23, 1.74, and 1.72cm, in the same order of Lys). It was observed an interaction between Lys and RAC ( $P<0.05$ ) on the CP content, with higher values for Lys1.15-RAC10, going above by 1.36 percentage units (PU) the Lys1.15-RAC0 treatment. The same effect ( $P<0.001$ ) was observed for the IMF, with the smaller values for Lys1.15-RAC10 (0.98%) as compared to Lys1.15-RAC0 (1.79%) and to 0.95Lys and 1.05Lys with and without RAC (2.35 2.47 2.25 and 3.22%, respectively). Also, an effect ( $P<0.001$ ) between Lys and RAC was observed on the EL, Lys1.15 (55.75%) was better than Lys1.15-RAC0 (52.32%). It was observed an effect ( $P<0.001$ ) between Lys and Sex on the EL, with better values in the females as compared to the castrated males (0.41 2.23 and 5 PU for Lys0.95, 1.05 and 1.15%, respectively). An improvement on lean and on decreasing fat in the carcasses was related to both Lys and RAC levels (separately or combined). The agreement of EL values and P:G ratios indicate that P:G ratio could be used as good indicator of lean.

*Keywords:* Pig, ractopamine, lysine, dressing percentage, average daily gain.



## INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos no sólo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas más precoces, con mejores índices de conversión de alimento, sino también y hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magras. Este avance ha sido motivado primeramente a la necesidad de incrementar los rendimientos obtenidos en el desposte de las canales, de manera de proporcionar una mayor cantidad de carne con la consecuente mejora en la rentabilidad, y a una mayor demanda de este tipo de carnes en base a exigencias relacionadas con la salud de los consumidores. Adicionalmente a la mejora genética, se han desarrollado aditivos no nutricionales, los cuales son capaces de inducir adicionales respuestas en la calidad de las canales, como por ejemplo el compuesto ractopamina (RAC), un agonista  $\beta$ -adrenérgico de la familia de las fenoletolaminas, que actúa sobre los receptores  $\beta$ -adrenérgicos de las células adiposas y del músculo esquelético, promoviendo la lipólisis, con el consecuente incremento del magro en la canal (Smith y Paulson, 1994; Spurlock *et al.*, 1994; Crome *et al.*, 1996).

El empleo de RAC ha permitido experimentar resultados variables sobre el cerdo al sobre la respuesta productiva, ganancia diaria de peso (Dunshea *et al.*, 1993; Williams *et al.*, 1994), rendimiento en canal (Williams *et al.*, 1994; Crome *et al.*, 1996; Pérez *et al.*, 2005) y pérdidas por goteo (Pérez *et al.*, 2005).

Por otro lado, al hablar de los requerimientos de aminoácidos en la alimentación de los cerdos, hay que tomar en cuenta que están basados en suplir en primera instancia los requerimientos de lisina, el cual ha sido considerado como el principal aminoácido limitante en la alimentación de esta especie (Batterham *et al.*, 1990; Bikker *et al.*, 1994). Sin embargo, otras investigaciones consideran que los aminoácidos azufrados (AAS) metionina y cisteína también son limitantes, por lo que entonces, será importante mantener una óptima proporción AAS:lisina (Knowles *et al.*, 1998). Se ha considerado que para minimizar la deposición de grasa y garantizar un buen crecimiento y desarrollo muscular, esta proporción debería estar cercana al 0,67%. Aunque parece no ser así, en aquellos animales alimentados a base de maíz, harinas de soya o sorgo, los cuales dependerán más del nivel de lisina suministrado (Knowles *et al.*, 1998). Por consiguiente, la distribución del resto de los aminoácidos en la proteína va a depender de la cantidad de lisina requerida por el cerdo en su respectivo estado fisiológico constituyéndose de esta manera en lo que se ha llamado la proteína ideal.

Concomitante al efecto de la selección genética para la obtención de animales mucho más magros, se ha propiciado un aumento de los requerimientos de lisina del cerdo (Friesen *et al.*, 1994). Por lo tanto, los requerimientos de lisina para los cerdos durante el engorde dependerán del tipo de dieta y del criterio de respuesta, en el intento de obtener una óptima respuesta en ganancia de peso, conversión de alimento, características de la canal y tasa de retención de proteína en el músculo para lo cual es importante establecer un nivel adecuado nivel de este aminoácido en la dieta (NRC, 1998)

Aparte de los factores genéticos, los requerimientos de aminoácidos en los cerdos se encuentran influenciado por otros, tales como sexo, estado fisiológico, concentración de energía de la dieta, biodisponibilidad de estos aminoácidos y la frecuencia de alimentación (Hahn *et al.*, 1995). Así, se han evaluado los efectos de la lisina sobre las características de la canal del cerdo, sobre el rendimiento de la canal al beneficio, profundidad de la grasa dorsal en la última y antepenúltima costilla, área del músculo *longissimus dorsi* y porcentaje de tejido magro, encontrándose resultados variables de acuerdo al nivel de incorporación dado, capacidad genética y el sexo (Hansen y Lewis, 1993; Hahn *et al.*, 1995). Igualmente, se ha observado incrementos en la grasa intramuscular en el lomo del cerdo con dietas deficientes en lisina (Cisneros *et al.*, 1996; Witte *et al.*, 2000).

Por otro lado, algunos estudios (Schinckel *et al.*, 2003) señalan que el nivel de lisina suministrado en la dieta afecta la magnitud de la respuesta de RAC sobre las características de la canal.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la ractopamina a tres diferentes niveles de lisina sobre la modificación del tejido magro de cerdos en la fase de engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la granja “Los 333” del grupo “La Caridad C.A.” ubicada en las afueras de la localidad de Parapara de Ortiz, municipio Roscio del estado Guarico, Venezuela. De una población de 3.500 cerdos mejorados genéticamente de la línea Pig Improvement Company (PIC), híbrido comercial proveniente del cruce de las razas Landrace, Duroc, Large White, Hampshire, Berkshire, Pietrain y Meishan, se seleccionaron 180 animales con una edad y peso inicial de 156 días y  $93 \pm 10$  kg, respectivamente. Los cerdos fueron alojados a razón de 30 animales por

corral, asignados al azar, considerándose la talla para minimizar los efectos de dominancia dentro del corral. En base a los registros de humedad y temperatura de la unidad de producción se consideró que, a lo largo y ancho de los galpones, los diferentes corrales fueron considerados homogéneos en la condición microambiental. Cada cerdo fue identificado en la oreja derecha de manera de facilitar la recolección de los datos.

Los animales fueron asignados a 12 tratamientos en base a un diseño completamente aleatorizado con arreglo tipo factorial 3x2, tres niveles de inclusión del aminoácido lisina (Lis: 0,95, 1,05 y 1,15%) y dos niveles del aditivo ractopamina (RAC: 0 y 10 ppm). Sin embargo, hay que acotar que debido a requerimientos de la granja, cada corral debió conformarse con una proporción igual de machos castrados y hembras, por lo que el factor sexo también fue considerado. Los diferentes tratamientos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales

	Lisina, %		
	0,95	1,05	1,15
Rac0 ppm	1	2	3
Rac10 ppm	4	5	6

Los cerdos tuvieron acceso libre al alimento y al agua de bebida. Las dietas fueron formuladas para ser isoproteicas (17,5% PC) e isoenergéticas (3.300 kcal EM/kg) (Cuadro 2) y su composición se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de nutrientes de las dietas experimentales.

Componente	Ractopamina, ppm					
	0			10		
	Lisina, %					
	0,95	1,05	1,15	0,95	1,05	1,15
Humedad %	12,06	12,45	13,10	12,60	12,47	11,86
Proteína %	17,18	16,95	17,66	17,62	16,80	17,63
Grasa %	6,8	6,69	6,64	7,15	6,82	6,91
Fibra %	2,08	2,01	2,19	1,99	2,20	2,01
Cenizas %	5,17	4,90	4,92	5,03	4,79	4,72
Calcio %	0,950	0,862	0,906	0,843	0,835	0,798
Fósforo	0,591	0,567	0,569	0,572	0,527	0,545
EM, kcal/kg	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300

Las determinaciones para esta investigación se realizaron sobre una muestra de diez canales seleccionada al azar a nivel de matadero de cada una de los tratamientos anteriormente descritos (cinco machos castrados y cinco hembras).

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales

Ingrediente (%)	Tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
Máiz amarillo	67,94	68,11	68,28	66,9	67,06	67,23
Harina de soya 47%	22,24	21,94	21,64	22,41	22,11	21,81
Sebo 2	2,65	2,63	2,62	3,02	3,01	2,99
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Biofos	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Carbonato fino	1,53	1,54	1,54	1,53	1,53	1,54
Paylean® (ractopamina)	0	0	0	0,5	0,5	0,5
Melaza	4	4	4	4	4	4
Lisina HCL 78	0,17	0,31	0,45	0,17	0,31	0,45
Ronozyme	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
PMX Salinomicina 1,25%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
CL de Colina 75	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Zoaroma de frutas mixtas	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Luctarom young animal	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Vit. Cerdos 2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Min. Cerdos	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	100	100	100	100	100	100

El día 27, último día del ensayo, los animales fueron sometidos a un proceso de ayuna por 16 horas, a de manera de garantizar el máximo de desocupación de las vísceras intestinales.

Cada grupo fue transportado al matadero, efectuándose el sacrificio por aturdimiento a través de choques eléctricos, degollado, escalado y desviscerado, preservándose en las canales la piel, cabeza y extremidades.

Para las determinaciones de laboratorio, diez canales por tratamiento fueron seleccionadas al azar (5 de cada sexo), a las cuales les fue tomada una sección del lomo de la canal derecha entre la 10<sup>ma</sup> y la 13<sup>ra</sup> costillas (Dunsha *et al.*, 1993). Las muestras fueron empaquetadas en bolsas plásticas y refrigeradas por 72 horas a 4°C para luego realizar las mediciones de las variables de modificación del magro. La profundidad de la grasa dorsal a nivel de la décima (PG10) y décimo tercera (PG13) costilla (cm), se realizó utilizando un Vernier, midiéndose perpendicularmente desde el mismo punto, en ambos extremos, a  $\frac{3}{4}$  de distancia de la línea media de las vértebras. Esta medición correspondió al espesor de la grasa subcutánea y a la correspondiente de piel y el tocino.

Posteriormente, se procedió a copiar (calcado) en un papel cebolla la figura del músculo *longissimus dorsi*, del lado correspondiente a la 10<sup>ma</sup> costilla, luego de recortada la misma fue medida en un lector de área foliar (LI-COR®) para determinar el área del músculo en cm<sup>2</sup> (AMLD).

Para la determinación del porcentaje de tejido magro, se procedió a aplicar la ecuación propuesta por el Consejo Nacional de Productores de Cerdos de los Estados Unidos (National Pork Producers Council, 1994), la cual considera las variables peso frío de la canal, corregida por el factor 0,985 (corrección del peso frío de la canal peso frío a caliente), el área del músculo *longissimus dorsi* en la 10<sup>ma</sup> costilla y la PG10:

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en Maracay, estado Aragua, determinándose la concentración de proteína cruda en el músculo, a través del método de Kjeldahl, y la grasa intramuscular por extracción en Soxtec (AOAC, 1989). Con estos valores se calculó relación proteína:grasa.

Para la evaluación estadística se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\rho)_{ik} + (\beta\rho)_{jk} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta productiva en el i-ésimo nivel de lisina, j-ésimo nivel de RAC y k-ésimo sexo.

$\mu$  = Media Teórica de la población.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de lisina ( $i = 1, \dots, 3$ )

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de RAC ( $j = 1, 2$ )

$\rho_k$  = Efecto del k-ésimo sexo ( $k = 1, 2$ )

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel de lisina y el j-ésimo nivel de RAC.

$(\alpha\rho)_{ik}$  = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel de lisina y el k-ésimo sexo.

$(\beta\rho)_{jk}$  = Efecto de la interacción de primer orden del j-ésimo nivel de RAC y el k-ésimo sexo.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental del i-ésimo nivel de lisina, el j-ésimo nivel de RAC y la k-ésimo sexo.

El análisis de varianza fue realizado empleando el programa estadístico SAS (1985) bajo el procedimiento GLM, las medias fueron ajustadas por mínimos cuadrados y las medias se compararon a través de la prueba de rango múltiple de la mínima diferencia significativa (Steel y Torrie, 1980).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico no indicó interacción triple significativa entre sexo, RAC y el nivel de lisina de la dieta. Independiente del nivel de RAC, al nivel 1,15% de lisina, se observó (Figura 1) que PG13 fue menor ( $P < 0,001$ ) al compararla con los niveles de 0,95 y 1,05% (1,29 vs. 1,77 y 1,46 cm, respectivamente). Con el incremento del nivel de lisina en la dieta, la PG13 tiende a disminuir, posiblemente motivado a un incremento en la tasa de retención del nitrógeno en el músculo (Hansen y Lewis, 1993; Hahn *et al.*, 1995; Chen *et al.*, 1999).

Así mismo, la inclusión de RAC disminuyó ( $P < 0,001$ ) la PG13 en comparación con el tratamiento control (1,33 vs. 1,69) (Figura 2). Estos resultados son coincidentes con los reportados por Dunshea *et al.* (1993); Crome *et al.* (1996) y Schinckel *et al.* (2003).

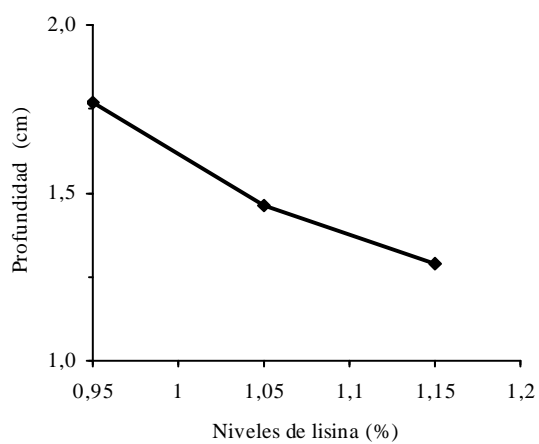


Figura 1. Efecto de la lisina sobre la profundidad de la grasa dorsal última costilla.

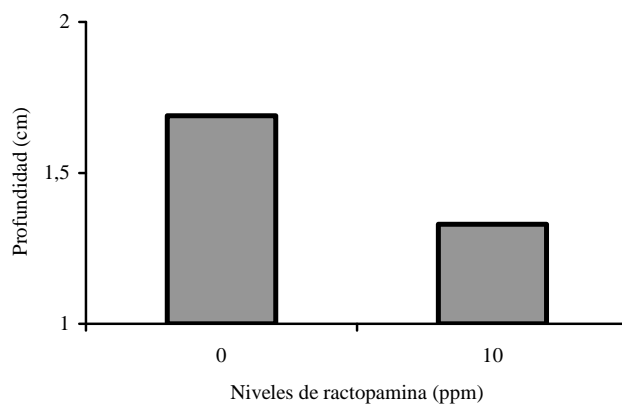


Figura 2. Efecto del nivel de ractopamina sobre la profundidad de la grasa dorsal en la última costilla.

La PG10 en relación al nivel de lisina no fue independiente del nivel de RAC ( $P < 0,05$ ), siendo este valor más bajos al nivel 1,15% de lisina y 10 ppm de RAC (1,4 cm) (Figura 3), observándose un efecto sinérgico hacia la disminución de la grasa de cobertura de entre lisina y RAC, lo que es coincidente con lo observado por Dunshea *et al.* (1993), Crome *et al.* (1996) y Schinckel *et al.* (2003).

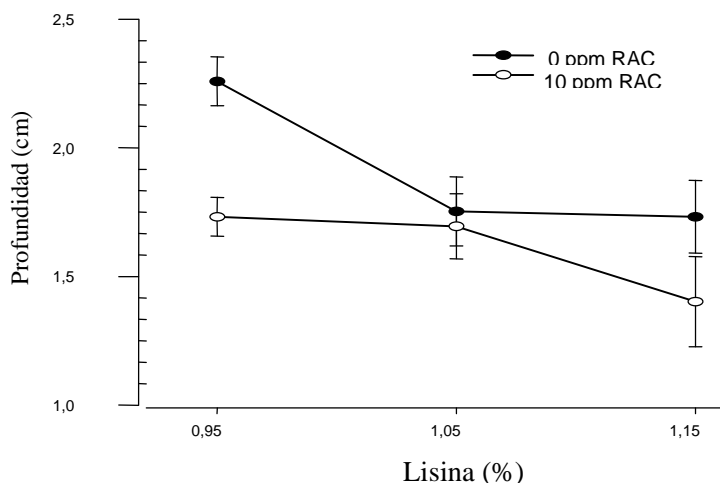


Figura 3. Efecto de la ractopamina y la lisina sobre la profundidad de la grasa dorsal en la décima costilla de cerdos en la fase de engorde.

Al comparar el AMLD (Cuadro 4), se observó al nivel más bajo de lisina sin RAC el valor más alto ( $P < 0,001$ ) con respecto de su par con RAC (35,27 vs. 27,59  $\text{cm}^2$ ). Esta respuesta se invirtió al incrementarse el nivel de lisina, (34,12 vs. 23,93  $\text{cm}^2$ ). En términos generales, se observó que hay una tendencia a disminuir el AMLD en los tratamientos sin RAC al incrementarse el nivel de lisina, y hacia el aumento al añadirse la RAC a mayores niveles de lisina (Cuadro 4).

Esta respuesta resultó diferente a los resultados aportados por Schinckel *et al.* (2003), quienes observaron una tendencia de aumento del AMLD a medida que se incrementaba el nivel de lisina (0 0,82 y 1,08%) en



combinación con 20 ppm de RAC. Sin embargo, es importante considerar que los efectos de la RAC están influenciados por la sensibilidad de tejido adiposo y la baja regulación del  $\beta$ -adrenoreceptor (Liu *et al.*, 1994).

Cuadro 4. Efecto de la adición de ractopamina y de lisina en la dieta sobre algunos parámetros de la calidad de canal en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde.

Ractopamina, ppm	Lisina, %		
	0,95	1,05	1,15
Área del músculo <i>longissimus dorsi</i> (cm <sup>2</sup> ) **			
0	27,58 ± 3,39	28,11 ± 2,21	34,12 ± 1,84a†
10	35,26 ± 2,01	29,17 ± 2,60	23,92 ± 2,73b
PC, % *			
0	25,45 ± 0,33	25,81 ± 0,21	25,86 ± 0,34a
10	25,11 ± 0,43	25,83 ± 0,20	24,43 ± 0,55b
Grasa intramuscular, % **			
0	2,34 ± 0,16	2,24 ± 0,46b	1,78 ± 0,33a
10	2,47 ± 0,52	3,22 ± 0,49a	0,98 ± 0,12b
Relación Proteína/Grasa **			
0	11,17 ± 0,85b	17,33 ± 4,02a	20,99 ± 4,76b
10	20,05 ± 6,13a	9,85 ± 1,83b	29,25 ± 2,85a
Tejido magro estimado, % **			
0	53,32 ± 0,63	54,19 ± 0,99	52,32 ± 1,1b
10	52,58 ± 0,85	53,13 ± 0,64	55,75 ± 1.1 a

† Valores en la misma columna con letras distintas son diferentes a las probabilidades que se indican en los encabezados de cada medición.

\* P<0,05; \*\* P<0,01.

Igualmente, la concentración de proteína cruda (PC) fue dependiente del nivel de lisina y RAC en la dieta (P<0,05), donde la inclusión de RAC indujo a una mayor concentración de PC en el músculo, la cual incrementó al aumentar el nivel de lisina suministrado en 25,45 25,81 y 25,86% a 0,95 1,05 y 1,15%, respectivamente, contra los mismos niveles de lisina sin RAC 25,11 25,83 y 24,44% (Cuadro 4). Lawrie (1998) reportó un contenido de PC en el músculo de 22,5%. La RAC induce el incremento del gen transcriptor  $\alpha$ -actina y al incremento de ácido ribonucleico mensajero (ARNm) y probablemente otras proteínas miofibrilares, las cuales incrementan la síntesis proteica y disminuyen la degradación proteica (Grant *et al.*, 1995). Es importante señalar que la retención de N es un proceso energético dependiente, en donde el potencial de retención nitrogenado se alcanza a un determinado nivel de ingestión energética (Noblet y Henry, 1991)

La concentración de grasa intramuscular (GIM) fue mucho más variable con respecto a la RAC y el nivel de lisina (Cuadro 4), no observándose diferencias al nivel más bajo de lisina, para ambos casos (con y sin RAC); sin embargo, se observó un efecto incremental ( $P < 0,001$ ) al elevarse el nivel de lisina a 1,05% (3,22%), siendo diferente ( $P < 0,01$ ) al mismo nivel sin RAC (2,24%). La GIM disminuyó significativamente al incrementarse el nivel de lisina a 1,15%, valor que resulta igualmente mucho menor al compararlo con el tratamiento sin RAC (0,983 vs. 1,789%). Es muy probable que este tipo de respuesta en los cerdos de este experimento haya sido motivada a la capacidad genética para el magro en este tipo de cerdo. El marmóreo y las características y sensoriales de las canales (dulzura, jugosidad y sabor agradable) han sido asociadas con esta GIM (Castell *et al.*, 1994). Es decir altos valores son algunas veces predilección de algunos consumidores. En esta investigación, los valores obtenidos para esta variable tendieron hacia la baja y se corresponden con la tendencia observada en otras investigaciones, en las cuales se han empleado dietas deficientes en lisina para incrementar el marmóreo (Cisneros *et al.*, 1996; Witte *et al.*, 2000).

La relación P:G (Cuadro 4) resultó dependiente de la relación lisina-ractopamina ( $P < 0,001$ ). La relación P:G del tratamiento que recibió RAC al nivel más bajo de lisina resultó superior ( $P < 0,01$ ) en comparación con el par sin RAC (20,05 vs. 11,18). Cuando se incrementó la lisina a 1,05% en el tratamiento con RAC, la relación P:G disminuyó sustancialmente con respecto al nivel más bajo de lisina y con respecto su par sin RAC (9,85 vs. 17,33). A un nivel mayor de lisina (1,15%) con RAC la relación P:G se incrementó ( $P < 0,01$ ) en comparación con respecto a todos los tratamientos (29,25). Sin embargo, el valor de la relación P:G al nivel 1,05% de lisina en el tratamiento con RAC (Cuadro 4), se obtuvo una respuesta inferior a la de su par sin RAC, la cual no es posible explicar al momento. En términos generales, se podría decir que a niveles crecientes de lisina y 10 ppm de RAC se favoreció la acumulación de proteína en el músculo.

Como era de esperarse, el TME (Cuadro 4) resultó igualmente dependiente del nivel de lisina y RAC ( $P < 0,01$ ). Al nivel de 1,15% de lisina el tratamiento con RAC mostró un valor más alto (55,75%) en comparación con su par sin RAC (52,32%). A niveles inferiores de lisina, no se apreciaron diferencias por efecto de la adición o no de RAC. Esta respuesta hace evidente que el efecto de la RAC esta influenciada por el nivel de lisina (Schinckel *et al.*, 2003). Igualmente, con esta estimación se pone en evidencia la similitud entre la respuesta de P:G para indicar la magrosidad de la canal.

Cuando se comparo el nivel de lisina en la dieta con el sexo se observó una interacción ( $P < 0,001$ ) para la medición de PG13, siendo mucho menor para las hembras (1,22 y 0,95 cm) que para los machos castrados (1,69 y 1,63 cm) a los niveles 1,05 y 1,15% de lisina, respectivamente (Cuadro 5). Los resultados obtenidos en este experimento fueron inferiores a los reportados por Hansen y Lewis (1993) y Hahn *et al.* (1995); sin embargo, se destaca en ambas experiencias que las hembras tienden a tener un PG13 menor que el de los machos castrados, la cual tiende a disminuir al incrementar la concentración de lisina en la dieta.

Cuadro 5. Efecto del nivel de lisina en la dieta y el sexo sobre algunos parámetros de la calidad de canal en cerdos seleccionados magros en la fase de engorde.

Sexo	Lisina, %		
	0,95	1,05	1,15
Profundidad grasa dorsal 13 <sup>ava</sup> costilla **			
Hembra	1,81 ± 0,13	1,22 ± 0,10	0,96 ± 0,12a†
Macho castrado	1,73 ± 0,16	1,69 ± 0,11	1,63 ± 0,12b
Profundidad grasa dorsal 10 <sup>ma</sup> costilla **			
Hembra	1,81 ± 0,13	1,22 ± 0,10	0,96 ± 0,12a
Macho castrado	1,73 ± 0,16	1,69 ± 0,11	1,63 ± 0,12b
Area del músculo <i>longissimus dorsi</i> (P=0,06)			
Hembra	30,31 ± 3,46	28,06 ± 1,68	33,20 ± 2,01a
Macho castrado	32,53 ± 2,55	29,22 ± 2,97	24,84 ± 2,89b
PC, % *			
Hembra	25,90 ± 0,27a	25,99 ± 0,22	26,08 ± 0,26
Macho castrado	24,65 ± 0,38b	25,65 ± 0,17	24,22 ± 0,52
Grasa intramuscular, % **			
Hembra	3,05 ± 0,35a	2,96 ± 0,31	0,80 ± 0,07b
Macho castrado	1,76 ± 0,29b	2,50 ± 0,60	1,96 ± 0,29a
Relación Proteína/Grasa **			
Hembra	9,67 ± 1,28b	9,52 ± 0,91b	34,45 ± 2,67a
Macho castrado	21,55 ± 5,77a	17,66 ± 4,26a	15,79 ± 2,85b
Tejido magro estimado, % **			
Hembra	53,16 ± 0,78	54,77 ± 0,72a	56,74 ± 0,88a
Macho castrado	52,74 ± 0,73	52,54 ± 0,81b	51,34 ± 0,96b

† Valores en la misma columna con letras distintas son diferentes a las probabilidades que se indican en los encabezados de cada medición.

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

Análogamente, el mismo efecto se observó para PG10 (Cuadro 5). En general, se observa un efecto uniforme en la medición a lo largo de la sección del lomo evaluada (entre la 10<sup>ma</sup> y 13<sup>ra</sup> costilla). Los resultados para PG10 fueron inferiores a los obtenidos por Hansen y Lewis (1993).

Los resultados de la AMLD con respecto al nivel de lisina fueron igualmente dependientes del sexo ( $P=0,06$ ). Al nivel 1,15% de lisina, las hembras mostraron una mayor AMLD con respecto a los machos castrados, superándolos por  $8,37 \text{ cm}^2$  (Cuadro 5). A los niveles más bajos de lisina no se detectaron diferencias entre los sexos en estudio. Hansen y Lewis (1993), Hahn *et al.* (1995) y Chen *et al.* (1999) observaron incrementos del AM por parte de las hembras sobre los machos castrados al incrementar la concentración de lisina en la dieta.

El contenido de proteína con respecto al nivel de lisina no fue independiente del sexo ( $P<0,05$ ), resultando más alto en las hembras con respecto a los machos castrados superándolos 1,24 y 1,85 unidades porcentuales a los niveles 0,95 y 1,15%, respectivamente. Este valor fue similar entre ambos sexos al nivel 1,05% (Cuadro 5). Estos resultados, en líneas generales, fueron superiores al presentado por Lawrie (1998) de 22,5% PC. Parece existir una mayor eficiencia por parte de las hembras en retener nitrógeno con respecto a los machos castrados (Noblet y Henry, 1991).

Los resultados de la GIM fueron variables pero dependientes del nivel de lisina y sexo ( $P<0,001$ ) (Cuadro 5), en donde los machos castrados presentaron una disminución en la GIM con respecto a las hembras al nivel 0,95% (1,75 vs. 3,06% para machos castrados y hembras, respectivamente). Sin embargo, al nivel 1,05% no se observaron diferencias entre machos castrados (2,50%) y hembras (2,97%). Al máximo nivel de lisina las hembras presentaron una disminución en GIM con respecto de los machos castrados (0,80 vs. 1,97%). Estos resultados fueron inferiores a los reportados por Cisneros *et al.* (1996) y Witte *et al.* (2000), empleando niveles de lisina más bajos que los de esta investigación. La menor GIM pudiera estar propiciada por la mayor cantidad de lisina ingerida y a la mayor capacidad genética de los cerdos empleados en este ensayo para retener el nitrógeno ingerido.

La relación P:G fue igualmente dependiente del nivel de lisina y el sexo ( $P<0,001$ ), siendo esta relación más alta en los machos castrados con respecto a las hembras a los niveles de 0,95 y 1,05% (21,55 vs. 9,67 y 17,66 vs. 9,52 para machos castrados y hembras, respectivamente). Sin embargo, al nivel 1,15% de lisina las hembras superaron ( $P<0,001$ ) a los machos castrados (34,46 vs. 15,79) (Cuadro 5). Esta relación se corresponde con los resultados anteriormente descritos de los valores de acumulación de proteína en relación al nivel de lisina y sexo, considerándose que el nivel energético de las dietas fue suficiente para fomentar una mejor retención de nitrógeno (Medel y Fuentetaja, 2001)

Se observó un efecto entre el nivel de lisina y sexo para TME ( $P < 0,01$ ), siendo más alto en el caso de las hembras por 2,13 y 5,4 unidades porcentuales para los niveles 1,05 y 1,15%, no observándose diferencias al nivel 0,95% de lisina (Cuadro 5). Estos valores de TME fueron superiores a los reportados por Hansen y Lewis (1993), quienes observaron una tendencia de incrementar esta estimación a medida que se incrementaba el nivel de lisina en la dieta. Según Lopes *et al.* (2001), esto pudiera ser debido a la carencia en los machos castrados del nivel de andrógenos necesarios para inducir a las receptores androgénicos del músculo esquelético.

Para la PG10 no se observó efecto entre el nivel de RAC y el sexo; sin embargo, hubo un efecto ( $P < 0,001$ ) de la RAC sobre la PG10 con una disminución este valor en 0,30 cm en los animales tratados (Cuadro 6). Esto coincide con las observaciones de Dunshea *et al.* (1993), Crome *et al.* (1996) y Schinckel *et al.* (2003).

Cuadro 6. Efecto de la ractopamina sobre la modificación del tejido magro

Variable†	Nivel de ractopamina, ppm	
	0	10
PG13, cm	1,68 ± 0,10	1,33 ± 0,07
PG10, cm	1,90 ± 0,08 b‡	1,60 ± 0,08 a
AMLD, cm <sup>2</sup>	29,45 ± 1,621	29,94 ± 1,53
PC, %	25,12 ± 0,26 b	25,71 ± 0,17 a
GIM, %	2,07 ± 0,24	2,27 ± 0,25
P:G	18,33 ± 2,52	17,88 ± 2,39
ETM, %	52,21 ± 0,48	54,89 ± 0,52

† PG13 = profundidad grasa dorsal última costilla; PG10 = profundidad grasa dorsal antepenúltima costilla; PC = proteína cruda; ETM = tejido magro (estimado).

‡ Valores con letras distintas dentro de la misma fila son diferentes ( $P < 0,05$ ).

La inclusión de RAC influyó ( $P < 0,05$ ) en la respuesta de PC, siendo más alto en los animales tratados con la RAC superando a los animales sin RAC por 0,59 unidades porcentuales (Cuadro 6)

El AMLD presentó un efecto de RAC x sexo ( $P < 0,05$ ), siendo este valor más alto en las hembras sin RAC en comparación con los machos castrados sin RAC, superándolos 5,28 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, la inclusión de 10 ppm de RAC mejoró este valor en los machos castrados (30,92 cm<sup>2</sup>), sin ser diferente a los observados en las hembras al mismo nivel de RAC (28,96 cm<sup>2</sup>). En las hembras hubo una tendencia contraria a la observada en los machos castrados (Figura 4).

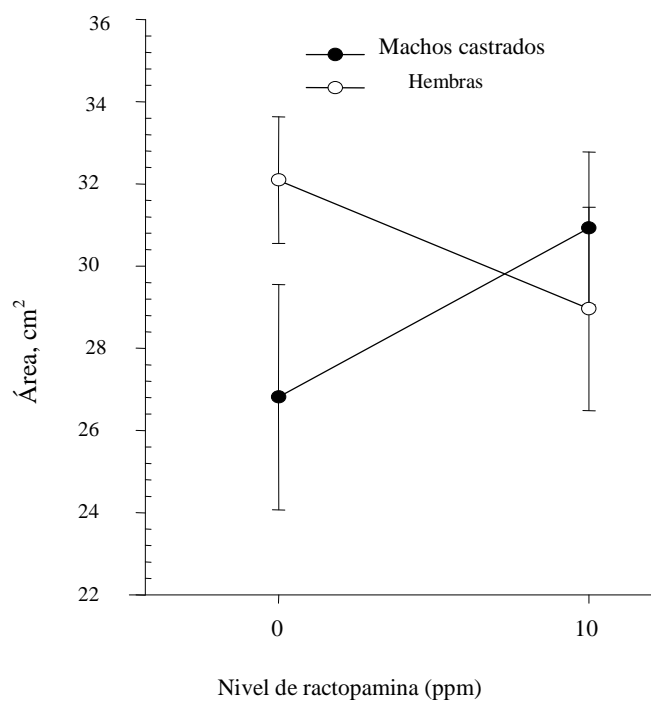


Figura 4. Efecto de la ractopamina y el sexo sobre el área del músculo *longissimus dorsi* en cerdos en la fase de engorde.

Igualmente se observó un efecto ( $P < 0,001$ ) del sexo sobre la PC, en donde las hembras mostraron un incremento de 1,14 unidades porcentuales con respecto a los machos castrados (Cuadro 7). Estos resultados son coincidentes con los reportados por Weatherup *et al.* (1998). Es posible que este efecto se encuentre vinculado a la baja acción androgénica en los machos castrados, lo que conlleva a una disminución de la síntesis proteica (Lopes *et al.*, 2001).

No se observó efecto significativo entre el nivel de RAC y el sexo sobre las variables GIM y P:G; así mismo, no se apreciaron efectos principales para cada una de ellas. De igual manera, los resultados de la concentración de tejido magro estimado no presentaron interacción entre el nivel de RAC y el sexo del animal; sin embargo, se apreció un efecto del sexo sobre esta variable, en donde las hembras mostraron una más alta TME ( $P < 0,001$ ), superando a los machos castrados por 2,68 unidades porcentuales (Cuadro 7), coincidiendo en los resultados aportados por Weatherup *et al.* (1998) y Medel y Fuentetaja (2001).

Se observó un efecto del sexo ( $P < 0,001$ ) sobre la PG13, en donde las hembras presentaron una disminución 0,36 cm con respecto a los machos castrados (Cuadro 7). Este efecto del sexo coincide con lo observado por Weatherup *et al.* (1998) y Medel y Fuentetaja (2001). Igualmente, se observó un efecto ( $P < 0,001$ ) del sexo sobre la PG10, observándose en las hembras un valor de 0,42 cm menor de PG10 al compararlas con los machos castrados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto del sexo sobre la modificación del tejido magro

Variable†	Machos castrados	Hembras
PG13, cm	1,69 ± 0,07 a‡	1,33 ± 0,09 b
PG10, cm	1,96 ± 0,56 a	1,54 ± 0,09 b
AMLD, cm <sup>2</sup>	28,86 ± 1,67	30,53 ± 1,46
PC, %	24,85 ± 0,24 b	25,99 ± 0,14 a
GIM, %	2,07 ± 0,24	2,27 ± 0,25
P:G	18,33 ± 2,52	17,88 ± 2,40
TME, %	52,21 ± 0,48 b	54,89 ± 0,52 a

† PG13 = profundidad grasa dorsal última costilla; PG10 = profundidad grasa dorsal antepenúltima costilla; PC = proteína cruda; ETM = % tejido magro (estimado).

‡ Valores con letras distintas dentro de la misma fila son diferentes ( $P < 0,01$ )

## CONCLUSIONES

1. Aunque a nivel de la última costilla, la deposición de la grasa se vio afectada de manera independientemente del nivel de lisina o de la adición de RAC en la dieta, a nivel de la antepenúltima costilla, se observó un efecto combinado de estos factores. En general, de manera independientemente o en combinación, tanto la lisina como la ractopamina, alteran las características de la canal hacia una menor deposición de grasa de cobertura.

2. En este tipo de cerdos genéticamente seleccionados por su condición de magrosidad, la adición de 10 ppm de RAC y un nivel más alto de lisina, que el recomendado para la etapa de acabado, mejoró aún más esta condición.
3. Independientemente de la respuesta al efecto combinado del nivel de lisina y RAC, el sexo afecta la repuesta en cuanto a calidad de magro, con mejor calidad de magro en las hembras que en los machos castrados.
4. La estimación de la relación proteína:grasa resultó ser un buen indicador de la calidad del magro en este experimento.

#### LITERATURA CITADA

- Aallhus J.L., S.D. Jones, A.L. Schaefer, A.K W. Tong, W.M. Robertson, J.K. Merrill y A.C. Murray. 1990. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 70: 943-952.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1984. *Official Methods of Analysis 14<sup>th</sup> ed.* Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Armstrong T.A., D.J. Ivers, J.R. Wagner, D.B. Anderson, W.C. Weldon y E.P. Berg. 2004. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 82: 3245-3253.
- Batterham E.S., L.M. Andersen, D.R. Baigent y E. White. 1990. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: Effects of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. *Br. J. Nutr.*, 64: 81-94.
- Bikker P., M.W.A. Verstegen y M.W. Bosch. 1994. Amino acid composition of growing pigs in affected by protein and energy intake. *J. Nutr.*, 124: 1961-1969.
- Castell A.G., R.L. Cliplef, L.M. Paste-Flynn y G. Butler. 1994. Performance, carcass, and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine:energy ratio. *Can. J. Anim. Sci.*, 74: 519-528.



- Chen H.Y., A.J. Lewis, P.S. Miller y J.T. Yen. 1999. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, 77: 3238 – 3247.
- Cisneros F., M. Ellis, D.H. Baker, R.A. Easter y F.K. McKeith. 1996. The influence of short-term feeding of amino acid-deficient diets and high dietary leucine levels on the intramuscular fat content of pig muscle. *J. Anim. Sci.*, 63: 517-522.
- Crome P.K., F.K. McKeith, T.R. Carr, D.J. Jones, D.H. Mowrey y J.E. Cannon. 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 74: 709-716.
- Dunshea F.R., R.H. King, R.G. Campbell, R.D. Sainz y Y.S. Kim. 1993. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 71: 2919-2930.
- Friesen K.G., J.L. Nelssen, R.D. Goodband, M.D. Tokach, J.A. Unruh, D.H. Kropf y B.J. Kerr. 1994. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 72: 1761-1770.
- Grant A.L., D.M. Skjaerlund, W.G. Helferich, W.G. Bergen y R.A. Merkel. 1995. Skeletal muscle growth and expression of skeletal muscle  $\alpha$  – actin mRNA and insulin – like factor. I. mRNA in pigs during feeding and withdrawal of ractopamine. *J. Anim. Sci.*, 71: 3319 – 3326.
- Hahn J.D., R.R. Biehl y D.H. Baker. 1995. Ideal digestible lysine level for early and late finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 73: 773 – 784.
- Hansen B. y A. Lewis. 1993. Effects of dietary protein concentration (corn:soybean meal ratio) on the performance and carcass characteristics of growing boars, barrows, and gilts: mathematical descriptions. *J. Anim. Sci.*, 71: 2122-2132.
- Knowles T.A., L.L. Southern y T.D. Bidner. 1998. Ratio of total sulfur amino acids to lysine for finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 76: 1081-1090.
- Lawrie R.A. 1998. *Ciencia de la Carne*. 3<sup>ra</sup> ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

- Liu C.Y., A.L. Grant, K.H. Kim, S.Q. Ji, D.L. Hancock, D.B. Anderson y S.E. Mills. 1994. Limitations of ractopamine to affect adipose tissue metabolism in swine. *J. Anim. Sci.*, 72: 62 – 67.
- Medel P. y A. Fuentetaja. 2001. Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grasos. Factores que afectan en la producción de cerdo graso. XVI Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.
- National Pork Producers Council. 1994. Procedures to Evaluate Market Hogs. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- NRC (National Research Council). 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>ma</sup> ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Noblet J. y Y. Henry. 1991. Energy evaluations systems for pig diets. *En* Batterham E.S. (Ed.) *Manipulating Pig Production*. Australasian Pig Science Association, Attwood, Australia. pp. 87-110.
- Pérez A., N.E. Obispo, J. Palma y C.F. Chicco. 2005. Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. *Zootecnia Trop.*, 23(4): 429-445.
- SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics. 5<sup>ta</sup> ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schinckel A.P., C.T. Herr, B.T. Richert, J.C. Forrest y M.E. Einstein. 2003. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81: 16-28.
- Smith D.J. y G.D. Paulson. 1994. Growth characteristics of rats receiving ractopamine hydrochloride and the metabolic disposition of ractopamine hydrochloride after oral or intraperitoneal administration. *J. Anim. Sci.*, 72: 404-414.
- Spurlock M.E., J.C. Cusumano, S.Q. Ji, D.B. Anderson, C.K. Smith II, D.L. Hancock y S.E. Mills. 1994. The effect of ractopamine on  $\beta$ -adrenoreceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. *J. Anim. Sci.*, 72: 75-80.

- 
- Steel R. y J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2<sup>da</sup> ed. McGraw- Hill, New York, NY.
- Weatherup R.N., V.E. Beattie, B.W. Moss, D.J. Kilpatrick y N. Walker. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. *Anim. Sci.*, 67: 591-600.
- Williams N.H., T.R. Cline, A.P. Schinckel y D.J. Jones. 1994. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *J. Anim. Sci.*, 72: 3152-3162.
- Witte D.P., M. Ellis, F.K. McKeith y E.R. Wilson. 2000. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *J. Anim. Sci.*, 78:1272-1276.

## **Utilización de tuna de cabra (*Opuntia* sp.) enriquecida con urea en cabras bajo explotaciones tradicionales de zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela**

Cecilia Sánchez\* y Mercedes García de Hernández

### **RESUMEN**

Con el fin de evaluar el efecto del uso de tuna de cabra (*Opuntia* sp.) sobre el comportamiento productivo de cabras lactantes se seleccionaron 20 animales de explotaciones tradicionales de zonas semiáridas del estado Lara, Venezuela. Las cabras fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos: 1) Control: pastoreo de la vegetación propia de las zonas áridas y semiáridas del monte espinoso tropical y bosque muy seco tropical, y 2) Experimental: pastoreo + 500 g de tuna de cabra con 2,5% de urea. Las variables ganancia de peso, condición corporal (CC) y la producción de leche fueron evaluadas por un período de 75 días. Se usó un diseño completamente al azar y los datos analizados mediante ANAVAR para las variables peso y producción de leche y para CC se usó una prueba Kruskal Wallis, utilizando como covariable la variable respectiva al inicio del ensayo. Al cabo de 75 días, la suplementación de tuna de cabra presentó una tendencia al aumento de peso promedio ( $P < 0,08$ ), de 4,3 kg por animal (57,3 g/animal/d) y de una disminución de 0,6 kg (-0,8 g/animal/d) para las cabras con y sin suplementación, respectivamente. Por su parte, la condición corporal de las cabras fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en las suplementadas (CC: 2,0 vs. 1,5). Al cabo de 75 días de evaluación, se registro un aumento ( $P < 0,05$ ) de la producción de leche (296 vs. 184 g/animal/d) en el grupo suplementado. La tuna de cabra enriquecida con urea representa una alternativa viable en la dieta de cabras de las zonas áridas.

*Palabras clave:* *Opuntia* sp., urea, cabras, comportamiento productivo.

---

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones del estado Lara. Barquisimeto, Lara. Venezuela. \*Correo electrónico: cmsanchez@inia.gob.ve

Recibido: 27-12-2005    Aceptado: 7-06-2006

### **Utilization of goat cacti (*Opuntia sp.*) enriched with urea in goats on traditional exploitations of arid areas of Lara state, Venezuela**

#### **SUMMARY**

With the purpose of evaluating the effect of goat cacti (*Opuntia sp.*) on the productive behavior of lactating goats, 20 animals were selected from traditional farms of semi-arid areas of Lara state. The goats were assigned randomly to two treatments: 1) Control: grazing of the native vegetation of the arid and semi-arid zones of the tropical thorny mount and very dry tropical forest, and 2) Experimental: grazing + 500 g of goat cacti with 2.5% of urea. The studied variables: gain of weight, body condition (BC), and milk production were evaluated for a period of 75 days. It was used a completely randomized design and weight and milk production variables were analyzed with ANOVA and for BC was used a Kruskal Wallis test, using as covariable the respective variable at the beginning of the test. After 75 days, the supplementation of goat cacti allowed a tendency to increase the mean weight ( $P<0.08$ ) 4.3 kg by animal (57.3 g/animal/d), and a reduction of 0.6 kg (-0.8 g/animal/d) for goats with and without supplementation, respectively. On the other hand, the goat body condition was significantly higher ( $P<0.05$ ) in the supplemented goats (CC: 2.0 vs. 1.5). After 75 days of evaluation, there was an increase ( $P<0.05$ ) of milk production (296 vs. 184 g/animal/d) in the supplemented group. The goat cacti enriched with urea represents an available alternative in the diet of goat of the arid zones.

*Keywords:* *Opuntia sp.*, urea, goats, productive behavior.

#### **INTRODUCCIÓN**

Las explotaciones caprinas tradicionales o extensivas se dedican mayormente a la producción de carne, aún cuando usan la leche que producen las cabras para elaborar quesos. En las zonas áridas y semiáridas la escasez de agua por las bajas precipitaciones y alta evapotranspiración disminuye la disponibilidad de recursos alimenticios, lo cual contribuye a disminuir la oferta de nutrientes (Soryal, 2000).

Uno de los posibles recursos alimenticios que siempre permanecen en estas zonas áridas son los cactus como la tuna de cabra (*Opuntia sp.*), la cual es altamente eficiente en el uso del agua, soporta largos períodos de sequía y alta temperatura. Este género se adapta muy bien a suelos pobres en

nutrientes y condiciones agro ecológicas propias de estas zonas; sin embargo, la presencia de espinas grandes ha limitado su uso por los animales. La mayoría de las especies forrajeras de *Opuntia* sp. poseen espinas para protegerse de los animales herbívoros, lo cual es el principal obstáculo para su uso como alimento para el ganado. El problema es superado mediante el uso de técnicas simples, como quemadores de propano (Felker, 1995), eliminando las espinas y permitiendo su consumo. Las ventajas del cultivo de la tuna son: alta producción de biomasa por hectárea, alta palatabilidad, contenido de minerales y agua, se mantiene siempre verde, resistencia a la sequía, tolerancia a la salinidad y adaptación a diferentes tipos de suelo (Virguez, 1993; Azócar y Rojo. 1991; Azócar *et al.*, 1996).

Las especies del género *Opuntia* presentan alto contenido de cenizas (260 g/kg MS) y agua (926 g/kg PF) y bajo contenido de proteína cruda (58 g/kg MS) y fibra neutro detergente (185 g/kg MS). Nutricionalmente, el cactus es rico en agua y carbohidratos y puede complementarse con otros recursos alimenticios ricos en proteínas y fibra (Azócar y Rojo, 1991; Azócar *et al.*, 1996). Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto sobre el comportamiento productivo de cabras lactantes, en explotaciones tradicionales, al ofrecer tuna de cabra (*Opuntia* sp.) enriquecida con urea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las explotaciones caprinas tradicionales que se seleccionaron pertenecían a dos corrales vecinos, con igual manejo, los cuales estaban ubicadas en la zona semiárida de Los Ranchos de la micro región Río Tocuyo del estado Lara, Venezuela. Las condiciones agro ecológicas de la zona presentan una precipitación promedio anual de 393 mm y una temperatura promedio de 27°C. En el presente trabajo se utilizaron veinte cabras mestizas de Alpino Francés x Nubian x Criolla, de dos a cuatro partos, pertenecientes a dos corrales con el mismo manejo tradicional.

Los rebaños pastoreaban, durante todo el día, la vegetación propia de las zonas semiáridas (Leguminosae, Bignoniaceae, Zygophyllaceae) de monte espinoso tropical y bosque muy seco tropical, si como herbáceas poco abundantes, presentes en la época de lluvia, altamente consumibles por el ganado caprino (Virguez y Chacón, 2000), regresando a los corrales en la tarde.

Como la proteína es la deficiencia más importante de la tuna, se consideró conveniente suplementarla con nitrógeno no proteico usando la

urea al nivel del 2,5%, cuya adición permitió que el suplemento se aproximara al 7% de proteína cruda. La tuna de cabra enriquecida con 2,5% de urea fue suministrada a razón de 500 g/animal/d en un solo comedero al grupo experimental, después del pastoreo (6:00 PM). En resultados obtenidos previamente, Sánchez (datos no publicados) no registró diferencias significativas en ganancias de peso ni condición corporal. En dicho trabajo, las ganancias de peso fueron sólo numéricas, con valores de  $1,79 \pm 1,5$  y  $-0,79 \pm 1,9$ , con y sin suplementación de 500 g/animal/d de tuna, respectivamente, comparado con la dieta del monte espinoso tropical y bosque muy seco tropical. Esta cantidad fue ofrecida a los animales después de un previo acuerdo con el productor, por lo cual se decidió utilizar la misma cantidad que en el trabajo anterior. Las espinas de la tuna se quitaron tostando los artejos con soplete o quemador a gas para facilitar al productor la cosecha del material cortado y su traslado a los comederos. Los análisis que se efectuaron a las mezclas fueron: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, calcio, fósforo, magnesio y zinc, según las metodologías establecidas por la AOAC (1984), Van Soest (1963), Van Soest y Wine (1967) y Bateman (1970). Es importante destacar que el suplemento se le dio a todo el lote y garantizando la cantidad de 500 g/animal/d ofrecido a las 6:00 PM, después del pastoreo, con el fin de brindar un balance energía/proteína mas adecuado para optimizar el crecimiento de los microorganismos del rumen (Hoover y Stokes, 1991).

Los registros de peso, condición corporal de las cabras y producción de leche, se realizaron quincenalmente en la mañana, antes del pastoreo durante 75 días continuos. La estimación de condición corporal (CC = 1, delgado; CC = 5, grasoso) fue realizada según la escala descrita por González-Stagnaro y Ramón (1991).

Se utilizó un diseño completamente al azar. Los registros de peso y producción de leche fueron procesados con una prueba de *t* y los de condición corporal fueron procesados con la prueba de Kruskal Wallis, utilizando como covariable la variable respectiva al inicio del ensayo (SAS, 1991).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis químico y la composición de minerales de la tuna de cabra con urea se muestran en el Cuadro 1, con un contenido bajo de proteína cruda de 6,62%. La mayoría de los investigadores han encontrado que la tuna es baja en proteína cruda (<4%) y que conviene suplementar para llenar los

requerimientos de los animales (Dekock, 1980; Hanselka y Paschal, 1990). Virguez (1993) estudió el valor nutricional de la *Opuntia caracasana* encontrando valores promedio de 5,3% para proteína cruda.

Cuadro 1. Composición química y de minerales, en base seca, de la tuna de cabra (*Opuntia* sp.) enriquecida con urea

Nutriente	Tuna de cabra con urea
Humedad (%)	4,83
Extracto etéreo (%)	2,11
Fibra cruda (%)	11,1
Proteína cruda (%)	6,62
Nitrógeno (%)	1,05
Ceniza (%)	12,12
Calcio (%)	2,52
Fósforo (%)	0,07
Magnesio (%)	11,40
Potasio (%)	2,80
Sodio (%)	0,26
Manganeso (ppm)	179
Cobre (ppm)	29
Hierro (ppm)	114
Zinc (ppm)	119

La composición mineral de la mezcla alimenticia muestra un contenido alto de cenizas (12,12%) y al hacer el análisis de los macro y micro elementos se encontraron niveles altos de calcio, magnesio, potasio y sodio. Tomando como referencia el contenido mineral de recursos fibrosos alimenticios de la misma zona, cuyo contenido varía entre 5,5 y 6,5% de cenizas (Sánchez *et al.*, 2004), se puede destacar que la tuna de cabra enriquecida con urea mostró valores mucho más altos de magnesio y muy bajos valores de fósforo. En varias muestras de leguminosas consumidas por los caprinos y recopiladas en esta misma zona se obtuvieron también niveles bajos de contenido de fósforo (Sánchez *et al.*, 2004). Esta composición mineral está directamente relacionada al contenido de minerales en el suelo (Mc Dowell *et al.*, 1997). Los requerimientos de calcio y fósforo en caprinos (NRC, 1981) son de 2 y 1,4 g/animal/d, respectivamente; aportando la tuna enriquecida 1,26 y 0,04 g/animal/d, lo cual representa el 63 y 2,4% de calcio y fósforo, respectivamente.



### Variables Productivas

Las variaciones en el comportamiento productivo y reproductivo están relacionadas, entre otros factores, con el aporte de nutrientes antes y después del parto y por tanto, a cambios en el peso y/o condición corporal del animal. La suplementación con tuna enriquecida al 2,5% de urea mostró una tendencia ( $P < 0,1$ ) al aumento de peso (4,3 vs. -0,6 kg; Cuadro 2) y diferencias significativas en la condición corporal ( $P < 0,05$ ). El incremento en el peso fue de 4,3 kg por animal (57,3 g/animal/d) y una disminución de 0,6 kg (-0,8 g/animal/d) para las cabras con y sin suplementación, respectivamente, al cabo de 75 días de evaluación. El hecho de que sólo se mostrara una tendencia al aumento en el peso, puede deberse a la gran variabilidad de los pesos de los animales, tanto en el grupo experimental como control. Esto puede atribuirse, tal como lo señalan Catan *et al.* (1997), a que durante el pastoreo, la diversidad de la dieta de caprinos es cambiante según la época del año (época lluviosa vs. seca), por lo que estos cambian la estrategia de selección en la dieta. Asimismo, las cabras eligen diversos tipos de plantas para componer su dieta de acuerdo a la disponibilidad de alimentos. Si la disponibilidad de alimento es escasa, los caprinos consumen otros alimentos diferentes a su preferencia; si por el contrario hay abundancia y variedad, los caprinos demuestran ser más selectivos con el alimento (García, 2002; Soryal, 2000).

Cuadro 2. Peso corporal y variación de peso (ganancia/perdida) promedio de cabras al postparto con suplementación, en explotaciones tradicionales

Tratamiento	Peso Corporal		Variación
	Inicial	Final	
	----- kg -----		
Suplemento + pastoreo	30,7 ± 1,20	35,0 ± 2,21	4,3 ± 1,7a†
Pastoreo	31,6 ± 1,76	31,0 ± 1,75	-0,6 ± 1,8b

† Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,08$ ).

### Condición Corporal

Existe un patrón típico donde, al progresar la lactancia, disminuye el valor o puntuación de condición corporal. Esta disminución en la condición corporal al inicio de la lactancia mejora después en la lactancia media y en la

fase final, en donde se reducen las demandas nutricionales. Por ello, la CC al momento de finalizar la lactancia debe ser igual al inicio de ésta (Waitner *et al.*, 1993). En este caso, la condición corporal de las cabras fue significativamente mayor en las cabras suplementadas con tuna enriquecida con urea que en las no suplementadas (CC: 2,0 vs. 1,5; Cuadro 3). Existe correspondencia de los resultados obtenidos por Mellado *et al.* (1996) y Rae (2002) con los resultados en este estudio, pero en este caso, las cabras suplementadas mostraron una mejor condición corporal que correspondió a una tendencia al aumento de peso.

Cuadro 3.- Puntaje promedio  $\pm$  desviación estándar de la condición corporal de cabras alimentadas con y sin *Opuntia* sp., enriquecida con urea.

Tratamiento	Condición Corporal
Suplemento + pastoreo	2,0 $\pm$ 0,3a <sup>†</sup>
Pastoreo	1,5 $\pm$ 0,2b

<sup>†</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

### Producción de leche

Hubo un incremento significativo del promedio de producción de leche de 184 a 296 g/animal/d (P<0,05) en el corral suplementado respecto al no suplementado, al cabo de 75 días de evaluación. El incremento en la producción de leche al suplementar la tuna de cabra enriquecida con urea indica que esta mezcla favoreció la producción de leche. En cabras de bajo rendimiento, con producción de 320 g de leche /animal/d en la misma zona, Sánchez *et al.* (2003) reportan la suplementación de 3 kg/animal/d de tuna española (*Opuntia ficus indica*) a cabras lactantes que pastoreaban la vegetación circundante, lo cual redundó en un aumento de la producción total promedio de leche (339,6 vs. 246,8 kg) en explotaciones tradicionales (D'Aubeterre *et al.*, 2002). Aún cuando la cantidad de tuna para este trabajo fue, apenas una sexta parte de lo que estos autores suministraron a las cabras, es importante destacar que la suplementación de *Opuntia* sp. en cabras representa un recurso alimenticio accesible en las zonas áridas.

### CONCLUSIONES

Los productores pueden utilizar la tuna de cabra enriquecida con 2,5% de urea para complementar la dieta de las cabras en zonas áridas, al ser éste un recurso local abundante durante todo el año.

La suplementación con tuna enriquecida al 2,5% de urea producen efectos positivos en peso, condición corporal y producción de leche, lo cual puede ser recomendada para cabras lactantes.

La tuna de cabra puede ser recomendada como una fuente importante de minerales, con excepción del fósforo.

### LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists).1984. Official Methods of Analysis 14<sup>ta</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.
- Azócar P. y H. Rojo. 1991. Uso de cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) como suplemento forrajero estival de cabras en lactancia en reemplazo de heno de alfalfa. Avances Prod. Animal, 16(1-2): 173-182.
- Azócar P., H. Rojo, J. Mira y H. Manterola. 1996. Inclusión de numularia (*Atriplex nummularia* Lindl.) y cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la dieta de cabras criollas en reemplazo de heno de alfalfa. I. Efecto en el consumo, peso vivo y producción de leche. Avances Prod. Animal, 21(1-2): 43-50.
- Bateman J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Herrero Hermanos S.A. México.
- Catán A., C. Degano, C. Renolfi, R. Larcher y R. Martiarena. 1999. Composición botánica y amplitud de la dieta de caprinos que pastorean en un bosque del Chaco semiárido. Rev. Fac. Agron. LUZ, 16: 451-460.
- D'Aubeterre R., C. Araque y L. Dickson. 2002. Efecto de la alimentación suplementaria a base de tuna española (*Opuntia ficus indica*) sobre la producción de leche, duración de la lactancia, ganancia de peso en

cabras adultas y crías en la Guasima del Municipio Torres del estado Lara. Memorias Jornadas Técnicas Proyecto Zona Seca: INIA-Lara. Barquisimeto.

De Kock G. 1980. Drought resistant fodder shrub crops in S.A. *En* Le Ouerou H.N. (Ed) Browse in Africa. The Current State of Knowledge. Int. Livestock Centre for Africa, Addis-Ababa: pp. 399-410.

Felker F. 1995. Forage and fodder production and utilization. *En* Barbera G., P. Inglese y E. Pimienta-Barrios (Eds) Agroecology, Cultivation and Uses of Cactus pear *Opuntia* sp. FAO, Roma. pp 144-154.

García M. 2002. Alimentación del caprino. Curso de Producción de Caprinos y Ovinos. INIA, CIAE Lara, Barquisimeto.

González-Stagnaro C. y J.P. Ramón. 1991. Influencia de la condición corporal y del efecto macho sobre el comportamiento y eficiencia reproductiva en ovejas y cabras tropicales. XXIII Jornadas Prod. Anim. Revista ITEA, 87: 84-89.

Hoover W. y S. Stokes. 1991. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, 74: 3630-3644.

McDowell L.R 1997 Minerals for grazing ruminants in tropical regions. University of Florida, Animal Science Dept. Center for Tropical Agriculture. Bulletin No. 3. Gainesville, Florida.

Mellado M., L. Cantú y J. Suárez. 1996. Effects of body condition, length of breeding period, buck:doe ratio, and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions in arid zones of Mexico. *Small Ruminant Res.*, 23: 29-35.

Minson D., T. Cowan y E. Havilah. 1993. Northern dairy feedbase. Summer pasture and crops. *Trop. Grass.*, 27: 131-149.

Rae D. O. 2002. Managing for profit: Nutritional priorities. Cow age and body condition. Disponible en línea: <http://gmv.ifas.ufl.edu/~animal/short95/rae.htm>.

Sánchez C., M. García y M. Álvarez. 2003. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto

- en la microregión Río Tocuyo, estado Lara. *Zootecnia Trop.*, 21(1): 43-55.
- Sánchez C., G. Gómez, M. Álvarez, H. Daza y J. Garmendia. 2004. Caracterización nutricional de recursos forrajeros caprinos en sistemas extensivos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 12(Supl. 1): 63-66.
- SAS (Statistical Analysis System). 1991. *SAS User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, N.C. 499 pp.
- Soryal K.A. 2000. Future prospects of goats, as a source of milk, to decrease the gap between milk production and consumption in Egypt. VII International Conference on Goats, France. pp. 543-545.
- Van Soest P. y R. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feed (4). Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 50: 50-55.
- Virguez G. 1993. Estudio de tres especies forrajeras nativas de las zonas áridas de Venezuela utilizadas por caprinos. Tesis Maestría. Univ. Central Ven. Postgrado de Producción Animal. Maracay.
- Virguez G. y E. Chacón. 2000. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción animal en Venezuela. Curso "Producción de Ovinos y Caprinos" INIA, Barquisimeto, Lara. pp. 75-103.
- Waitner S., J. Mcnamara y J. Hillers. 1993 Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 76: 3410-3419.

## **Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis***

Doney L. Ruiz-Sesma, Pedro E. Lara-Lara\*, Ángel C. Sierra-Vázquez, Edgar Aguilar-Urquiza, Miguel A. Magaña-Magaña y José R. Sanginés-García

### **RESUMEN**

Los objetivos de este trabajo fueron medir el efecto de la inclusión de heno de *Hibiscus rosa-sinensis* sobre la productividad de corderos en crecimiento, así como su digestibilidad y balance de nitrógeno. Se utilizaron 16 ovinos de pelo, con peso inicial  $22,2 \pm 5,7$  kg, distribuidos al azar ( $n = 4$ ) en dietas con base en heno de *Cynodon nlemfuensis* y cuatro niveles de *Hibiscus* (0, 40, 60 y 80%). Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas. El consumo de MS tuvo un comportamiento cuadrático ( $P < 0,05$ ) a la inclusión de *Hibiscus* (963 1,182 1,314 y 1,105 g d<sup>-1</sup>), la mejor ganancia (125 g d<sup>-1</sup>) se observó con 60% de *Hibiscus*. En la fase de digestibilidad el consumo fue similar ( $P > 0,05$ ) en las dietas con *Hibiscus*, pero diferente ( $P < 0,05$ ) al nivel 0 (92,04 vs. 67,90 g MS kg<sup>-0.75</sup>). La digestibilidad de la MS, MO, PC y FDN se incrementó linealmente ( $P < 0,05$ ) a la inclusión de *Hibiscus* en la dieta, mientras que el N retenido mostró una tendencia cuadrática ( $P < 0,05$ ) con 4,35 7,50 12,12 y 9,04 g d<sup>-1</sup>. La inclusión de 60% de *Hibiscus* en la dieta mejoró su digestibilidad y la respuesta productiva.

*Palabras clave:* *Hibiscus rosa-sinensis*, crecimiento, digestibilidad, balance de nitrógeno, ovinos de pelo.

---

Instituto Tecnológico de Conkal, km 16,3 Antigua carretera Mérida—Motul, Conkal. Apartado Postal 53-D Itzimná, C.P. 97100 Mérida, Yucatán, México.  
\*Correo electrónico: plara@itaconkal.edu.mx

Recibido: 7-10-2005    Aceptado: 20-6-2006

## Nutritive and productive evaluation of ovine fed with hay of *Hibiscus rosa-sinensis*

### SUMMARY

The objectives of this study were to evaluate the effect of diet inclusion of *Hibiscus rosa-sinensis* hay on the performance of growing lambs and on the digestibility and nitrogen balance. There were used 16 hair sheep, initial weight  $22.2 \pm 5.7$  kg, which was randomly distributed in four diets with base on *Cynodon nlemfuensis* and four levels of *Hibiscus* (0, 40, 60, and 80%). Animals were slated in metabolic cages. Dry matter intake had a quadratic response ( $P < 0.05$ ) with inclusion of *Hibiscus* (963, 1182, 1314, and 1105 g  $d^{-1}$ ), best daily gain ( $125$  g  $d^{-1}$ ) was found with 60% of *Hibiscus*. In the digestibility period, intake were similar ( $P > 0.05$ ) among diets with *Hibiscus*, but different ( $P < 0.05$ ) to control diet ( $92.04$  vs.  $67.90$  g DM  $kg^{-0.75}$ ). DM, OM, CP, and NDF digestibility increased linearly ( $P < 0.05$ ) with *Hibiscus* inclusion in the diet. On the other hand, retention of N showed a quadratic response ( $P < 0.05$ ) with 4.35, 7.50, 12.12, and  $9.04$  g  $d^{-1}$ . *Hibiscus* inclusion in 60% in the diet increased the digestibility and performance.

*Keywords:* *Hibiscus rosa-sinensis*, hairsheep, digestibility, performance.

### INTRODUCCIÓN

La producción ovina en las regiones tropicales y subtropicales se basa en el aprovechamiento de forrajes nativos o inducidos como principal fuente de nutrientes, pero las fluctuaciones en la disponibilidad del forraje a través del año es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores, lo cual determina que la productividad animal sea limitada y los sistemas de producción animal no respondan a la demanda del mercado. Por otra parte, las gramíneas tropicales, como el pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), pierden rápidamente su calidad nutritiva cuando se cortan o pastorean a intervalos mayores de 6 semanas y, en consecuencia, los animales rechazan los tallos maduros (Mislevy *et al.*, 1989). Con el fin de incrementar los niveles productivos, se utilizan suplementos alimenticios formulados en base a granos y pastas de oleaginosas que generalmente se importan de los países desarrollados, lo que eleva los costos de producción y favorece la competencia con la alimentación humana y la de animales no rumiantes; situación que limitan su uso a gran escala (Sánchez, 2000).

En las regiones anteriormente mencionadas existe una gran variedad de especies de árboles y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de ruminantes (Topps, 1992), pero el principal factor limitante es la presencia de factores antinutricionales, como la lignina y los taninos condensados (Ramírez *et al.*, 2000). No obstante, la inclusión del follaje de arbustivas en la alimentación de ovinos en pastoreo, mejora tanto el consumo de forraje como la productividad animal (Ku *et al.*, 2000). En la Península de Yucatán se han identificado 30 especies de árboles y arbustivas con potencial forrajero, de las cuales más del 70% presentan valores superiores a 120 g de PC kg<sup>-1</sup> de MS (Sosa *et al.*, 2004) y muchos de ellos son multipropósito, por lo que su inclusión en la dieta podría introducir elementos de sostenibilidad a los sistemas de producción ganadera (Enkerlin *et al.*, 1997).

Una opción poco estudiada es el tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), arbustiva de crecimiento rápido, utilizada principalmente como planta de ornato. El follaje de *H. rosa-sinensis* contiene entre 142 y 210 g de PC por kg de MS, su digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) es superior al 70% y la concentración de paredes celulares oscila entre 30 y 35% (Benavides, 2000; Sosa *et al.*, 2004). Su uso en la alimentación ovina puede ser mediante un banco de proteína de corte y acarreo o en pastoreo directo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto al incluir la harina de hoja de *Hibiscus rosa-sinensis* en la dieta de ovinos en crecimiento sobre su comportamiento productivo y la digestibilidad aparente de la dieta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Producción e Investigación Pecuaria del Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán, México, ubicada a 21° 05' N y 89° 32' O, a 7 msnm, con un clima Aw<sub>0</sub> de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificado por García (1988). La mayor proporción de lluvias se presenta durante los meses de junio a octubre, con 900 mm de precipitación y una temperatura media anual de 29°C. Los suelos son delgados (profundidad media entre 15 y 20 cm) con elevada pedregosidad, de origen calcáreo y de acuerdo a la terminología de la FAO (1998) se clasifican como Leptosoles rendznicos.

Se utilizaron ocho ovinos machos Pelibuey x Dorper y ocho Pelibuey x Kathadin, de aproximadamente cuatro meses de edad y un peso promedio de 22,2 ± 5,7 kg, distribuidos al azar en cuatro tratamientos (n = 4, dos de la primera cruce y dos de la segunda) y alojados en jaulas metabólicas



(Cuadro 1). Pevio al inicio del experimento los animales tuvieron un periodo de adaptación de 15 días y fueron desparasitados con 50 mg de Closantel por kg de peso (Closantel<sup>®</sup>, Cheminova de México) por vía oral y se les aplicó 1 mL por vía intramuscular de complejo vitamínico ADE (ADE<sup>®</sup>, Fiori). Durante todo el tiempo que duró el experimento, se les proporcionó agua fresca *ad libitum* y 20 g d<sup>-1</sup> de una mezcla de sales minerales (Fosforysal<sup>®</sup>, Purina México).

Tanto el pasto estrella de África como el tulipán fueron abonados con agua residual de origen porcino y cosechados en las instalaciones del Instituto. El pasto se cosechó a 35 días de rebrote, se secó al sol y se molió en un molino de martillos, utilizando una criba de 5 mm para minimizar la selectividad. La harina de tulipán se obtuvo a partir de hojas y tallos tiernos con una edad de rebrote de 45 días, que fue secada en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas y después se molió. La composición de las dietas experimentales y su contenido de nutrientes se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos y composición química de dietas con diferentes niveles de heno de *Hibiscus rosa-sinensis* en ovinos en crecimiento.

	Tratamiento			
	H-0†	H-40	H-60	H-80
<b>Ingredientes (g/kg)</b>				
Pasto Estrella	1.000	400	200	0
<i>Hibiscus</i>	0	400	600	800
Maíz grano	0	200	200	200
<b>Composición química (g/kg MS)</b>				
MO	860,2	865,2	851,7	836,4
PC	86,8	116,9	133,0	142,6
FDN	769,5	612,2	533,9	443,6

† Los animales fueron suplementados con el 1% de su peso vivo con una mezcla de sorgo- soya que contenía 211 g de PC por kg de MS

El trabajo se dividió en dos fases: la primera correspondió a la fase de crecimiento con una duración de 56 días, durante la cual se les proporcionó diariamente el alimento a las 8:00 y 15:00 h, al día siguiente a las 7:00 h se recogía y pesaba el alimento rechazado, estimando un rechazo de 15%. Los animales se pesaron cada 14 días, para lo cual, se les retiró el agua y alimento a las 13:00 h del día anterior. La segunda fase, de

digestibilidad, se realizó al final del ensayo de crecimiento y tuvo una duración de siete días de colección de heces y orina, siguiendo el protocolo recomendado por Osuji *et al.* (1993).

Las muestras de la dieta ofrecida, los rechazos y las heces fueron secados en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 h y posteriormente fueron molidas en un molino tipo Willey utilizando una malla de 1 mm. Posteriormente, se determinó el contenido de PC, MO (AOAC, 2000) y FDN (Van Soest *et al.*, 1991). La orina fue colectada en contenedores de plástico a los que se les agregó 20 mL de ácido sulfúrico al 2%, conservando en refrigeración el 10% del volumen excretado diariamente y tomando una alícuota para su análisis de N por Kjeldahl total (AOAC, 2000).

El análisis de varianza se realizó con el PROC GLM del paquete estadístico SAS Ver. 8.1 (SAS, 1985) para un diseño completamente al azar, usando como covariable el peso inicial en el ensayo de crecimiento y la comparación de medias se efectuó por la prueba de Tukey. En el ensayo de digestibilidad el análisis de varianza se realizó con el PROC GLM para un diseño completamente al azar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento productivo

A medida que se incrementó el heno de tulipán en la dieta, aumentó el contenido de PC y disminuyó la concentración de FDN (Cuadro 1); no obstante, tanto el consumo como la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (kg ganancia/kg MS consumida) mostraron una tendencia cuadrática ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 2). Estos datos concuerdan con lo encontrado por Reyes (2000) al utilizar niveles crecientes de *Gliricidia sepium* en ovinos en crecimiento, quien también observó una respuesta cuadrática en la ganancia diaria. Probablemente debido al excedente de proteína degradable en el rumen, asociada con el incremento en la excreción de N en la orina. Autores como Woodward y Reed (1997) observaron que el incremento en la excreción de N en la orina al alimentar ovinos con *Sesbania sesban* se asocio a la rápida degradación ruminal de la proteína y a la elevada concentración de N ureico en el plasma. Presumiblemente, la absorción de N excedió su incorporación a los tejidos y la urea se excretó en la orina para prevenir la toxicidad debido a que esta no pudo reciclarse al rumen por la elevada concentración de N amoniacal. Resultados similares se observaron en la excreción de N en la orina de los animales alimentados con el nivel máximo

de *Hibiscus* (Cuadro 4). Del mismo modo, Whitelaw *et al.* (1990) encontraron que existe una correlación positiva entre el contenido de nitrógeno amoniacal en el rumen y la concentración de urea en el plasma, y entre esta última y la excreción de nitrógeno en la orina (Stevens *et al.*, 2004).

La mejor ganancia de peso ( $P < 0,05$ ) y el mayor consumo se observaron cuando se proporcionó 60% de *Hibiscus* con 125 g d<sup>-1</sup> y 1,31 kg de MS d<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 2). El consumo se contrajo cuando se proporcionó el 80% de *Hibiscus* en la dieta, lo que afectó la ganancia, concordando con Stevens *et al.* (2004), quienes al incrementar el nivel de N degradable en la dieta observaron una disminución en el consumo de forraje, independientemente de que el consumo total de N se incrementó, la cantidad de N retenido en los tejidos fue menor. Por otra parte, la mejor ganancia de peso fue similar a la encontrada por Ramírez *et al.* (1995) con ovinos Rambouillet x Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementados con sorgo – soya a un nivel de 1,4% de su peso corporal obtuvieron 124,6 g d<sup>-1</sup>, pero indican que solamente el nivel de 0,8% de suplementación fue rentable, con una ganancia de 90 g d<sup>-1</sup>, semejante a la obtenida con 40% de heno de *Hibiscus* (96,3 g d<sup>-1</sup>). Fimbres *et al.* (2002a) en dietas con base a sorgo - soya en ovinos en confinamiento observaron que la ganancia disminuyó linealmente de 250 a 174 g d<sup>-1</sup> al incrementar el forraje de 0 a 30%. Estos datos sugieren que probablemente al incrementar el nivel de energía en la dieta, se mejoren las ganancias de peso en ovinos alimentados con forraje de *Hibiscus*.

Cuadro 2. Comportamiento productivo de ovinos de pelo alimentados con diferentes niveles de heno de *Hibiscus rosa-sinensis*

Variable	Tratamiento				EE
	H-0	H-40	H-60	H-80	
Peso inicial (kg)	21,46	21,59	22,45	23,40	1,38
Ganancia diaria (g)	45,5c‡	96,3b	124,5a	106,4ab	9,3
Consumo de MS (g d <sup>-1</sup> )	963,1c	1.182,2ab	1.314,3a	1.105,0bc	74,9
Eficiencia alimenticia†	0,045a	0,082b	0,096b	0,095b	0,0099
Consumo de PC (g d <sup>-1</sup> )	111,6b	140,1b	192,7a	186,2a	11,0
kg ganancia / kg PC	0,39a	0,69b	0,66b	0,57ab	0,075

† kg de ganancia / kg de alimento consumido

E.E. Error estándar

‡ Literales distintas en la misma fila indican diferencias ( $P < 0,05$ ).

Así mismo, el comportamiento fue similar al observado con niveles crecientes de follaje de *Gliricidia sepium* en la dieta de ovinos en crecimiento (Reyes, 2000). Por el contrario, Sosa *et al.* (2004) encontraron que el consumo en ovinos oscilo entre 2,1 y 3,2% del PV cuando se les proporcionó 100% de follaje de *Guazuma ulmifolia*, *Piscida piscipula*, *Cecropia obtusifolia*, *Vitex gaumeri* o *Gmelia arborea*, con ganancias diarias entre 90 y 130 g d<sup>-1</sup>; mientras que con solo pastoreo esta fue inferior a 60 g d<sup>-1</sup>. Por otra parte, Nguyen e Inger (2001) al evaluar niveles crecientes de *Gliricidia maculata* en cabras (0, 30, 40 y 50%), encontraron ganancias de 88,3 98,6 94,4 y 90,2 g d<sup>-1</sup>, respectivamente.

La eficiencia alimenticia (ganancia/consumo) aumentó ( $P < 0,05$ ) de 0,045 para la dieta H-0 a 0,082 0,096 y 0,095 para H-40, H-60 y H-80, respectivamente; mientras que la eficiencia fue similar ( $P > 0,05$ ) para todas las dietas con tulipán (Cuadro 2). Brown y Adjei (1995) observaron que la eficiencia alimenticia fue muy baja (0,015) en ovinos de pelo alimentados con heno de pasto guinea (43g de PC kg<sup>-1</sup> MS), mientras que con la adición de 4% de urea se incrementó 0,035 kg de ganancia por kg de alimento, siendo está última inferior a la encontrada en el presente trabajo. Ramírez *et al.* (1995) encontraron una eficiencia de 0,132 en ovinos suplementados con sorgo - soya. Reyes (2000) encontró resultados similares en la conversión utilizando *G. sepium* con valores de 7,0 6,08 y 5,43 (kg de alimento/ kg de ganancia) para 25, 50 y 75%, respectivamente. Por su parte, Fimbres *et al.* (2002a) encontraron un aumento en la conversión de 4,1 a 10,3 kg al incrementar la cantidad de forraje de 0 a 30%.

La retención de N en los corderos que consumieron *Hibiscus* fue relativamente elevada (más de 7,5 g d<sup>-1</sup>; Cuadro 4). No obstante, las ganancias fueron relativamente bajas cuando se compara con los datos del NRC (1985) para corderos de 20 kg de peso de razas con peso maduro ligero, ya que para los consumos de proteína observados, las ganancias debieron ser cercanas a los 200 g d<sup>-1</sup> e incluso superiores. Sin embargo, aparentemente el consumo de energía fue insuficiente para soportar estas ganancias (Stevens *et al.*, 2004), por lo que se podría mejorar el comportamiento productivo de los ovinos a través de un mayor aporte energético a la dieta. En los ovinos de pelo el requerimiento de energía metabolizable oscila entre 13,8 y 14,6 MJ kg<sup>-1</sup> MS (González y Cáceres, 2002). Pero debido a la inclusión de nuevas razas con mayor potencial de crecimiento, es necesario revisar sus requerimientos de energía y proteína para las regiones tropicales.

Merkel *et al.* (1999) encontraron que los animales provenientes de cruzas con los ovinos locales de Sumatra tuvieron mayor peso corporal y mejores ganancias de peso. Por otro lado, Bores *et al.* (2002) observaron comportamientos productivos pre y postdestete similares en corderos de cruzas terminales de ovejas de pelo con tres razas paternas de ovinos de razas Down, así como, rendimiento en canal similar en los genotipos evaluados. No obstante, encontraron diferencias en la distribución de la grasa corporal. Por el contrario, Bunch *et al.* (2004) encontraron diferencias en la respuesta productiva y en la evaluación sensorial de la carne al evaluar siete genotipos de ovinos tanto de pelo como de lana y sus cruzas. No obstante, concluyen que en promedio los ovinos de pelo muestran mejor calidad de la carne y pueden ser utilizados en programas de cruzamientos terminales, por lo que la inclusión de razas paternas con mayor potencial de crecimiento mejora la respuesta productiva en relación con los genotipos locales.

#### **Digestibilidad aparente**

Durante esta fase, el consumo de MS fue similar ( $P>0,05$ ) entre las dietas con *Hibiscus*, siendo menor ( $P<0,05$ ) en el grupo control 92,04 vs. 67,9 g de MS por kg  $PV^{0,75}$  (Cuadro 3). Este consumo fue similar al de otras arbustivas como *Cercidium macrum* y *Acacia farnesian* en ovinos pelibuey, el cual fue de 88,7 y 86,9 g  $d^{-1}$  por kg  $PV^{0,75}$  (Ramírez y Lara, 1998). Con forrajes de baja calidad el consumo está limitado por la elevada proporción de paredes celulares y bajo contenido de proteína, por lo que para mejorar su digestibilidad es necesario incrementar la actividad celulolítica de los microorganismos ruminales. Heldt *et al.* (1999) observaron que la suplementación con proteína degradable en el rumen produce un incremento en el consumo de forraje de baja calidad y en el consumo total, y mejora la digestibilidad de la MO, tal y como se observó en el presente trabajo (Cuadro 3), al adicionar tulipán a la dieta. Por otra parte, al adicionar follaje de *M. alba*, *H. rosa-sinensis* y *T. gigantea* con elevada concentración de proteína y rápida degradación en el rumen como suplemento en dietas de baja calidad podría mejorar su eficiencia de utilización (Flores *et al.*, 1998).

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de heno de *Hibiscus rosa-sinensis* (H) sobre el consumo y la digestibilidad aparente de la dieta en ovinos de pelo

	Tratamiento				E.E.	P
	H-0	H-40	H-60	H-80		
<u>Consumo (g/kg W<sup>0.75</sup>)</u>						
MS	67,90b†	93,69a	91,80a	90,63a	8,41	*
MO	56,60b	81,06a	78,18ab	75,86ab	7,14	*
PC	7,64c	8,70bc	12,18ab	12,95a	1,41	*
FDN	42,22b	57,34a	49,04ab	40,18b	4,48	*
<u>Digestibilidad aparente (g/kg MS)</u>						
MS	554,0c	631,2b	681,0b	762,4a	16,4	**
MO	579,7c	656,0b	703,3ab	794,1a	18,3	**
PC	625,2ab	483,0b	676,2a	635,4ab	60,7	*
FDN	522,3d	630,1c	681,0b	838,8a	17,1	**

E.E. Error estándar.

† Literales distintas en la misma fila indican diferencias (\*P&lt;0,05; \*\*P&lt;0,01)

Así mismo, Avendaño *et al.* (2004) encontraron que el consumo de MS y MO digestible en ovinos Suffolk Down disminuyó linealmente al sustituir de heno de alfalfa (*Medicago sativa*) de buena calidad, por niveles crecientes (30, 60 y 90%) de tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) con 1,191 1,102 855 y 687 g d<sup>-1</sup> y 1,108 1,046 820 y 670 g d<sup>-1</sup> para MS y MO digestible, respectivamente.

La digestibilidad aparente de MS, MO y FDN mejoró (P<0,05) al incrementar el heno de *Hibiscus* en las dietas integrales (Cuadro 3), observándose los mayores valores en la dieta con 80% de tulipán. Sin embargo, la digestibilidad de la PC fue mejor (P<0,05) en la dieta con 60% con respecto al 40% de *Hibiscus* (676,2 vs. 483,0 g kg<sup>-1</sup>). Por su parte, Nguyen (1998) encontró que la digestibilidad del *Hibiscus* en cabras fue 68,0 73,5 y 50,5 para MS, MO y PC, respectivamente, con consumo de 2,45 kg d<sup>-1</sup> de forraje fresco. Estos resultados son menores a los observados con 80% de tulipán en el presente trabajo, posiblemente por la suplementación con 20% de maíz como fuente de energía, lo cual ayudó en parte a disminuir el desequilibrio energético-proteico en el ambiente ruminal (Soca *et al.*, 2000). Mientras que la digestibilidad de la MS de una mezcla de 40% de *Buddleia skulkii* y 60% de *Pennisetum clandestinum* fue 71,04% (Sanginés *et al.*, 2001), ligeramente superior al mismo porcentaje de *Hibiscus*, mientras la digestibilidad de la PC fue 56.83%, inferior a lo observado en este trabajo.

### Balance y retención de nitrógeno

Al incrementar el nivel de *Hibiscus* en la dieta, se incrementó linealmente ( $P < 0,05$ ) el consumo de nitrógeno y su excreción en heces y orina (Cuadro 4). No obstante, el balance de N fue mejor ( $P < 0,05$ ) con 60% de tulipán en relación a la dieta control (12,12 vs. 4,35 g d<sup>-1</sup>), mostrando un nivel intermedio las dietas con 40 y 80% de tulipán (7,50 y 9,04 g d<sup>-1</sup>, respectivamente); sin embargo, la retención de N con relación al consumido o absorbido fue similar ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos.

El volumen de orina excretado por los animales con 80% de tulipán fue 4,38 L d<sup>-1</sup>, que fue tres veces mayor al volumen excretado por los animales del grupo control, lo que indica diferencias en el consumo de agua (no fue medido), probablemente por modificaciones en el ambiente ruminal, lo que estimuló a un mayor consumo de agua.

El nitrógeno retenido se incrementa linealmente con la energía en la dieta y se relaciona inversamente con el nivel de fibra en dietas con base a granos (Fimbres *et al.*, 2002b), mientras que en cabras a las que se les proporcionó una mezcla del follaje de tres arbóreas (*L. leucocephala*, *M. alba* y *A. indica*), las cuales representaban el 50% de la dieta, con 23,1% de PC y un consumo de 12,6 g de N, el N retenido fue de 4,1 g, que representó el 29,3% del absorbido (Patra *et al.*, 2006). En el presente trabajo, el porcentaje del N retenido en relación al absorbido varió de 31,6 a 49,2%, pero al medirlo como porcentaje del absorbido, este disminuyó numéricamente con el 80% de tulipán en relación a la dieta con 60% (51,7 vs. 72,8%), aunque no fue significativo debido a la gran variabilidad de los datos (CV = 32,4 %).

Cuadro 4. Balance de nitrógeno y consumo de nutrientes digestibles en ovinos de pelo consumiendo diferentes niveles de *Hibiscus rosa-sinensis* (H)

	Tratamiento				E.E.	P
	H-0	H-40	H-60	H-80		
Consumo de N (g d <sup>-1</sup> )	13,14b†	16,04b	24,69a	26,10a	2,36	**
<u>Excreción (g d<sup>-1</sup>)</u>						
Heces	4,96b	7,70ab	8,01a	9,57a	1,06	*
Orina	3,75b	2,77b	4,56b	8,59a	1,78	*
N retenido (g d <sup>-1</sup> )	4,35b	7,50ab	12,12a	9,04ab	1,54	*
<u>Consumo diario (g/kg M<sup>0,75</sup>)</u>						
MS digestible	37,47b	59,17a	62,48a	68,90a	5,81	**
MO digestible	33,83b	53,19a	54,95a	60,02a	5,03	**
PC digestible	4,78b	4,59b	8,24a	8,16a	1,10	**

E.E. Error estándar.

† Literales distintas en la misma fila indican diferencias (\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ )

Hove *et al.* (2001) observaron la misma tendencia en el aumento del N retenido al proporcionar 80, 160 y 320 g d<sup>-1</sup> hojas de *Acacia angustissima* (1,27 1,86, 3,92 g N d<sup>-1</sup>), *Leucaena leucocephala* (0,92 1,47 5,80 g N d<sup>-1</sup>) a cabras alimentadas con heno de pasto nativo. En cambio, Mupangwa *et al.* (2000) al proporcionar heno de cuatro leguminosas a ovinos Dorper, perdieron N -5,53 -11,4 -8,68 y -0,53 g d<sup>-1</sup> para *Cassia rotundifolia*, *Lablab purpureus*, *Macroptilium atropurpureum* y *Stylosanthes guianensis*, respectivamente. Mientras que Hindrichsen *et al.* (2004) encontraron una pérdida de N en la orina (P<0.05) en ovinos alimentados con *Leucaena diversifolia*, debido a una mayor concentración de N en las heces, por lo que la retención de N tendió a disminuir con 1,7 g d<sup>-1</sup> comparado con 2,8 y 3,3 g d<sup>-1</sup> al utilizar *Chamaecytisus palmensis* y *L. purpureus* en ovinos suplementados con maíz.

### CONCLUSIONES

El comportamiento productivo observado en los ovinos indica que es factible sustituir el uso de granos en su suplementación en la fase de crecimiento con la inclusión de 60% de heno de tulipán en dietas integrales, ya que con ésta se mejora tanto la ganancia diaria como la digestibilidad de la dieta. Con la finalidad de disminuir la pérdida de nitrógeno en la orina y aumentar la cantidad de N retenido probablemente se requiera incrementar el aporte energético de la dieta, con lo que se podría obtener una mejor respuesta productiva.

### LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis. 17<sup>ma</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Avendaño R.J., E.F. Fernández, M.C. Ovalle y L.F. Blu. 2004. Ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. II. Digestibilidad y consumo de nutrientes. Agricultura Técnica, 64: 271 – 279.



- Benavides J.E. 2000. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En Sánchez M.D. y M. Rosales (Eds) Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. FAO, Roma. pp. 367-377.
- Bores Q.R.F., M.P.A. Velásquez y A.M. Heredia. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. Téc. Pecuaria Méx., 40(1):71-79
- Brown W.F. y M.B. Adjei. 1995. Urea ammoniation effects on the feeding value of Guinea grass (*Panicum maximum*) hay. J. Anim. Sci., 73: 3085-3093.
- Bunch T.D., R.C. Evans, S. Wang, C.P. Brennand, D.R. Whittier y B.J. Taylor. 2004. Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and sensory evaluation of lambs of various hair and wool sheep and their crosses. Small Rum. Res., 52: 239-245.
- Enkerlin E.C., G. Cano, R.A. Garza y A. Vogele. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thomson Editores. México, D.F.
- FAO. 1998. World reference base for soil resources. International Society of Soil Science. Rome.
- Fimbres H., J.F. Hernández-Vidal, J.R. Picón-Rubio, G. Kawas, y C.D. Lu. 2002a. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing ration containing various forage levels. Small Rum. Res., 43: 283-288.
- Fimbres H., J.R. Kawas, G. Hernández-Vidal, J.F. Picón-Rubio y C.D. Lu. 2002b. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. Small Rum. Res., 43: 275-281.
- Flores O.I., D.M. Bolívar, J.A. Botero y M.A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock Res. Rural Dev., 10(1). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/1/cati101.htm>

- García E. 1988. Modificaciones a la clasificación climática de Köppen. UNAM. México.
- González E. y O. Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25: 15.
- Heldt J.S., R.C. Cochran, C.P. Mathis, B.C. Woods, K.C. Olson, E.C. Titgemeyer, T.G. Nagaraja, E.S. Vanzant y D.E. Johnson. 1999. Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality Tallgrass-prairie hay by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 77: 2846–2854.
- Hindrichsen I.K., P.O. Osuji, A.A. Odenyo, J. Madsen y T. Hvelplund. 2004. Effect of supplementation of maize stover with foliage of various tropical multipurpose trees and *Lablab purpureus* on intake, rumen fermentation, digesta kinetics and microbial protein supply of sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 113: 83-96.
- Hove L., J.H. Topps, S. Sibanda y L.R. Ndlovu. 2001. Nutrient intake and utilization by goats fed dried leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 91: 95-106.
- Ku Vera J.C., L. Ramírez-Avilés, G. Jiménez-Ferrer, J.A. Alayón y L. Ramírez Cancino. 2000. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. *En* Sánchez M.D. y M. Rosales (Eds) *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. FAO, Roma. pp. 161-180.
- Merkel R.C., K. Simanihuruk, S.P. Ginting, J. Sianipar, L.P. Batubara y K.R. Pond. 1999. Growth potential of five sheep genotypes in Indonesia. *Small Rum. Res.*, 34: 11-14.
- Mislevy P., W.F. Brown, R. Caro-Costas, J. Vicente-Chandler; L.S. Dunavin, D.W. Hall, R.S. Kalmbacher, A.J. Overman, O.C. Ruelke, R.M. Sonoda, A. Sotomayor-Rios, R.L. Stanley y M.J. Williams. 1989. Florico Stargrass. Circular S-361. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville.

- Mupangwa J.F., N.T. Ngongoni, J.H. Topps, T. Acamovic, H. Hamudikuwanda y L.R. Ndlovu. 2000. Dry matter intake, apparent digestibility and excretion of purine derivatives in sheep fed tropical legume hay. *Small Rum. Res.*, 36: 261-268.
- Nguyen T.H.N. 1998. Effect of *Sesbania grandiflora*, *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ceiba pentadra* on intake, digestion and rumen environment of growing goats *Livestock Res. Rural Dev.*, 10(3) <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/3/nhan1.htm>
- Nguyen V.H. y L. Inger. 2001. Performance of growing goats fed *Gliricidia maculata*. *Small Rum. Res.*, 39: 113-119.
- NRC (National Research Council). 1985. Nutrient Requirements of Sheep. 6<sup>ta</sup> ed. National Academy Press, Washington DC. 99p.
- Osuji P.O., I.V. Nsahlai y H. Khalili. 1993. Feed Evaluation. ILCA Manual N° 5. International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia. 40 pp.
- Patra A.K., K. Sharma, D. Narayan y A.K. Pattanaik. 2006. Effects of partial replacement of dietary protein by a leaf meal mixture on nutrient utilization by goats in pre- and late gestation. *Small Rum. Res.*, 63: 66-74.
- Ramírez R.G., J. Huerta, J.R. Kawasa, D.S. Alonso, E. Mireles y E. Gómez. 1995. Pasture performance of lambs grazing in a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) and estimation of their maintenance and energy requirements for growth. *Small Rum. Res.*, 17: 117-121.
- Ramírez R.G. y J.A. Lara. 1998. Influence of native shrubs *Acacia rigidula*, *Cercidium macrum* and *Acacia farnesiana* on digestibility and nitrogen utilization by sheep. *Small Rum. Res.*, 28: 39-45.
- Ramírez R.G., R.R. Neira-Morales, R.A. Ledezma-Torres y C.A. Garibaldi-González. 2000. Ruminant digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. *Small Rum. Res.*, 36: 49-55.

- Reddy C.M., D.R. Murthy y S.B. Patil. 1997. Antispermatic and androgenic activities of various extracts of *Hibiscus rosa-sinensis* in albino mice. *Indian J. Exp. Biol.*, 35: 1170-1174.
- Reyes M.F. 2000. Consumo voluntario de cocoite (*Gliricidia sepium*) y ganancia de peso en borregos pelibuey. IV Taller Internacional "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.
- Sánchez M.D. 2000. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. *En* Sánchez M.D. y M. Rosales (Eds). *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. FAO, Roma. pp. 1-36.
- Sanginés G.L., T. J. Nahed, C.A. Sánchez, S.M.E. Juárez y R.F. Pérez-Gil. 2001. Comparación del potencial nutricional del follaje de *Buddleia sktkii* con *Pennisetum clandestinum* y su combinación para la alimentación de ovinos en el sistema agrosilvopastoril tzotzil. Memorias II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro Silvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Tecnológica de Tabasco, INIFAP. Villahermosa, Tabasco, México.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide: Statistics. Version 5. 5<sup>ta</sup> ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Soca M., L. Simón, O. Cáceres y G.A. Francisco. 2000. Valor nutritivo del heno de árboles leguminosos. II *Leucaena leucocephala* cv CNIA-250. *Pastos y Forrajes*, 23: 155-160.
- Sosa R.E.E., R.D. Pérez, R.L. Ortega y B.G. Zapata. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pec. Méx.*, 42(2): 129-144.
- Stevens D.R., J.C. Burns, D.S. Fisher y J.H. Eisemann. 2004. The influence of high-nitrogen forages on the voluntary feed intake of sheep. *J. Anim. Sci.*, 82: 1536-1542.
- Topps J.H. 1992. Potential, composition and use of legume shrub and trees as fodders for livestock in the tropics. *J. Agric. Sci.*, 118: 1-8.

- Van Soest P.J., J.B. Robertson y B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.
- Whitelaw F.G., J.S. Milne, E.R. Orskov, R. Stansfield y M.F. Franklin. 1990. Urea metabolism in sheep given conventional feeds or nourished by intragastric infusion *Exp. Physiol.*, 75: 239-254.
- Woodward A. y J.D. Reed. 1997. Nitrogen Metabolism of Sheep and Goats Consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *J. Animal Sci.*, 75: 1130-1139.

## Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela

Paulino Núñez<sup>1\*</sup>, César Lodeiros<sup>1</sup>, Vanesa Acosta<sup>2</sup> e Isabel Castillo<sup>3</sup>

### RESUMEN

Con la finalidad de evaluar cual es el mejor tipo de colector para la captación de semilla de moluscos, se compararon varios tipos de sustratos artificiales en base a la textura: blandos (malla mosquitera, malla negra de filamento y cuerdas de sisal) y duros (tubos de PVC y láminas de asbesto) y al color de la malla (verde, amarillo y azul). Se realizaron dos bioensayos sucesivos con una duración de 60 días cada uno, los diferentes colectores fueron colocados por triplicado en un "Long-line" en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco. Se identificaron 9 especies de bivalvos. La mayor captación se obtuvo en la malla mosquitero encontrándose ocho de las nueve especies identificadas, siendo la mas abundante *Ryenella laterales*, seguida en orden decreciente por *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Pinna carnea*, *Lyropecten nodosus*, *Pteria colymbus*, *Argopecten nucleus* y *Chlamys muscosus*. En la cuerda de sisal se fijaron cinco de las nueve especies (*Pteria colymbus*, *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Chlamys muscosus* y *Euvola ziczac*), seguido por el colector de filamento con solo tres especies (*Pinctada imbricata*, *Chlamys muscosus* y en mayor abundancia, *Pteria colymbus*). Los sustratos sólidos no presentaron captación de bivalvos. La mayor fijación de semillas la presentaron los colectores verdes y azules. El mejor tipo de colector utilizado con respecto a la textura fue el blando, en

---

<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico de Venezuela. Departamento de Biología Pesquera. Universidad de Oriente. Cumana, estado Sucre. Venezuela. \*Correo electrónico: maxpaulinon@cantv.net

<sup>2</sup> Departamento de Biología. Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente, Cumana, estado Sucre, Venezuela.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Sucre. Cumana, estado Sucre. Venezuela.

especial el de malla mosquitero, siendo los de color azul y verde los de mayor fijación de semillas. Se recomienda realizar estudios por períodos más extensos, de más de un año, para observar con mayor precisión la fijación de las especies y obtener los períodos de mayor captación de semillas, así como probar mas colores para observar la afinidad de fijación de las diferentes especies.

*Palabras clave:* Colector artificial, fijación, captación, cultivo, moluscos.

### **Seed reception of bivalve mollusks on different artificial substrates at Turpialito Bay, Cariaco Gulf, Venezuela**

#### **SUMMARY**

With the purpose of evaluating the best collector type for the reception of seed of mollusks, various types of artificial substrata were compared based on the texture: bland (mosquito mesh, black mesh of filament, and sisal strings) and hard (tubes of PVC, and asbestos sheets) and to the color of the mesh (yellow, blue, and green). Two successive bioassays were carried out with a duration of 60 days each one; the different collectors were placed by triplicate in a "Long-line" in the Turpialito bay, Cariaco Gulf. Nine species of bivalve were identified. The major reception was obtained in the collector of the mosquito mesh net with eight of the nine identified species, being the most abundant *Ryenella lateralis*, continuing in falling order with *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Pinna carnea*, *Lyropecten nodosus*, *Pteria colymbus*, *Argopecten nucleus*, and *Chlamys muscosus*. In the sisal rope settled five of the nine species (*Pteria colymbus*, *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Chlamys muscosus*, and *Euvola ziczac*), continued by the filament collector with single three species (*Pinctada imbricata*, *Chlamys muscosus*, and in more abundance, *Pteria colymbus*). The solid substrata did not present reception of bivalve. The highest settle of seeds occurred in the green and blue collectors. The best collector type regarding to texture were the soft collectors and especially those with mosquito mesh net, being blue and green color those with most fixation of seeds. It is recommended to carry out studies for more extensive periods, more than one year, to observe with more precision the fixation of the species, and to obtain the periods of most fixations, as well as to test more colors to observe the likeness of fixation of the different species.

*Keywords:* artificial collector, fixation, reception, cultivation, mollusks.

## INTRODUCCIÓN

El reclutamiento de larvas de moluscos de importancia comercial, mediante colectores artificiales, ayudan a cuantificar la cantidad de semillas a través del tiempo, a estimar el comportamiento reproductivo de los organismos y permiten obtener proyecciones de producción para establecer actividades de cultivo con una mayor rentabilidad (Barber y Blake, 1991).

La adecuada elaboración de colectores artificiales tiene gran significancia en el asentamiento de las larvas, donde influyen varios factores tales como: el tipo de colector a emplear y de la bolsa que lo contiene, la profundidad del fondeo (Peña *et al.*, 1994), el ciclo reproductor de la especie que interesa captar, la proximidad de los bancos naturales, las corrientes marinas, la temperatura de la zona, el tiempo de permanencia de los colectores en el mar, la presencia de depredadores y la competencia de otros bivalvos por el substrato y el alimento (Aguilar y Stotz, 2000; Navarrete *et al.*, 2001).

Los estudios de captación de semillas se han realizado para especies de zonas templadas y muchos de ellos no han sido publicados, ya que forman parte de evaluaciones y análisis de investigaciones por compañías comerciales del cultivo o bien son producto de experiencias, la mayoría empíricas, las cuales no son transmitidas por los canales regulares de la información en el mundo de la investigación científica. En Venezuela, son muy pocos los antecedentes sobre trabajos publicados con el objeto de evaluar tipos de colectores por su textura, y muchos menos por el color. Los estudios existentes están relacionados con la cuantificación de las semillas en el ambiente para evaluar la abundancia de especies comerciales por colectores artificiales. Así tenemos que Márquez *et al.* (2000) evaluaron la disponibilidad de la semilla para el cultivo de la ostra negra u ostra alada *Pteria colymbus* en el Golfo de Cariaco relacionándola con los factores ambientales. Un estudio similar lo realizaron Jiménez *et al.* (2000) utilizando los mismos tipos de colectores que Márquez *et al.* (2000), donde cuantificaron la disponibilidad de semilla de la ostra perla *Pinctada imbricata* y determinaron una alta disponibilidad; igualmente, constataron que la capacidad reproductiva de la especie, la cual es principalmente modulada por la disponibilidad de alimento y la temperatura.

Este estudio pretende dar respuesta al tipo de colector a utilizar en la captación de larvas o semillas de moluscos bivalvos de importancia comercial, en función de optimizar la etapa inicial de los cultivos por colecta natural en el Golfo de Cariaco, Venezuela. El objetivo de este trabajo es



determinar cual tipo de colector es el más adecuado para ser utilizado en la obtención de semillas de moluscos bivalvos de interés comercial.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue llevado a cabo en aguas costeras adyacentes a la estación Hidrobiológica de Turpialito ubicada en la costa sur del Golfo de Cariaco (10°27'30"N, 64° 01'52"O), Venezuela, desde Noviembre de 2000 a Marzo de 2001.

Un primer bioensayo fue realizado para determinar en cual tipo de colector se producía la mayor fijación. Para esta experiencia, se seleccionaron dos tipos de sustratos en base a su textura: una blanda constituida por una malla tipo mosquitero de 15 cm de ancho por 1 m de longitud, las cuales a su vez fueron introducidas en otro tipo de malla de polietileno, de mayor abertura "tipo cebollera". También se emplearon mallas negras de filamento de 15 cm de ancho por 1 m y cuerdas de sisal de 1 m de longitud. Los sustratos duros se elaboraron con hileras de tejas, láminas de asbesto y tubos de PVC de ½ pulgada (Figura 1).

Los diferentes colectores (blandos y duros) fueron simultáneamente colocados por triplicado en un "Long-line" a una profundidad de 5 m (Figura 2). La selección de la profundidad viene dada por un estudio previo realizado por Lodeiros (1996). Una vez transcurrido el período de fijación, el cual fue de 60 días (noviembre-diciembre 2000), se procedió a realizar el desmontaje de todos los colectores para ser llevados al laboratorio y realizar la respectiva separación de las semillas fijadas. La cuantificación y separación de los ejemplares, se realizó con la ayuda de una lupa estereoscópica. La identificación se realizó en base a las características morfológicas de la concha, siguiendo los criterios de Díaz y Puyana (1994) y Lodeiros *et al.* (1999).

Debido a que en el colector donde se fijó la mayor cantidad de semillas fue en el manufacturado con malla mosquitera, se procedió a realizar otro bioensayo con el objeto de determinar la relación de fijación en función del color. Para ello, se escogieron tres colores de malla mosquitera tipo Multipack 27, (amarillo, azul y verde). Cada colector por tipo de color fue colocado por triplicado en el mismo "Long-line" empleado anteriormente, por un periodo de 60 días (enero-febrero 2001).

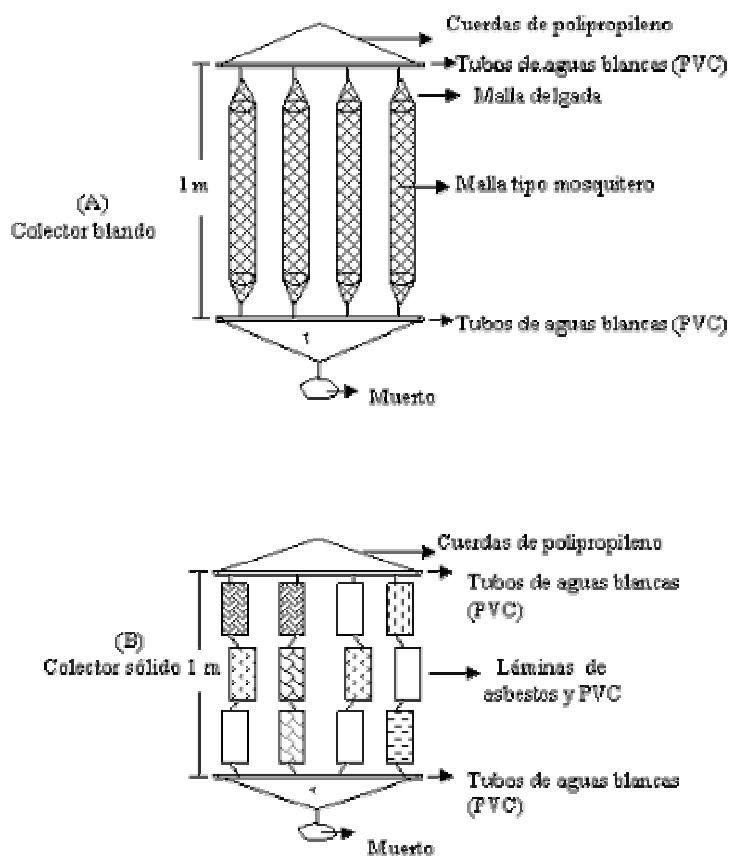


Figura 1. Tipos de colectores artificiales: A) blandos y (B) sólidos, empleados para la captación de semillas en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco (Estado Sucre, Venezuela).

Es importante señalar que los bioensayos se realizaron en periodos de 60 días seguidos, correspondientes a la época de mayor fijación de moluscos bivalvos en el Golfo de Cariaco (Jiménez *et al.*, 2000; Márquez *et al.*, 2000). Dentro de este lapso de tiempo es cuando se puede obtener una

mejor representatividad de las diferentes especies de moluscos bivalvos presentes en la zona. Un tiempo mayor de 60 días causa pérdida de las semillas de algunas especies y además este período es suficiente para cubrir la superficie útil del colector con el fouling, lo que dificultaría la fijación de nuevas semillas de bivalvos. Este periodo también es adecuado para especies bentónicas, como *Euvola ziczac*, quienes se caracterizan por presentar períodos cortos de fijación en sustratos superficiales, luego de lo cual se desprenden para continuar su crecimiento en el bentos (Nuñez, observación personal).

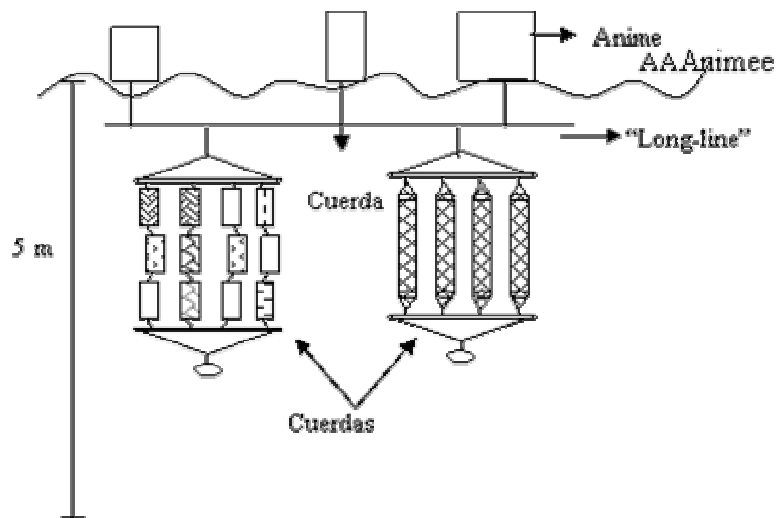


Figura 2. Sistema de "Long line" en donde fueron suspendidos los colectores artificiales para la captación de semilla en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

Las diferencias de la abundancia de fijación en los colectores se determinaron utilizando, para cada uno de los bioensayos (tipo de colector y colores de colector), un análisis de varianza simple (ANOVA I), utilizando un análisis "a posteriori" de Scheffé, a una probabilidad del 95% ( $P < 0,05$ ), según las recomendaciones hechas por Zar (1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran, ordenadas taxonómicamente, las 9 especies de bivalvos que se fijaron en los colectores utilizados. Entre estas especies se encuentra *Reynella lateralis*, un tipo de mejillón no comercial considerado como un organismo problema, por su abundante fijación en sistemas de cultivo en general en el Golfo de Cariaco. Las especies de importancia comercial fijadas fueron los pectínidos, *Euvola ziczac*, *Lyropecten nodosus* y *Argopecten núcleos*, las ostras perlíferas *Pteria colymbus* y *Pinctada imbricata*, así como “el hacha” o “rompe chinchorro” *Pinna carnea*.

Cuadro 1. Clasificación sistemática de las diferentes especies encontradas en los colectores colocados en la Ensenada de Turpialito Golfo de Cariaco, (Estado Sucre-Venezuela)

Clase	Sub Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Bivalvia	Pteriomorpha	Mytiloidea	Mytilidae	Ryenella	<i>R. lateralis</i> (Say 1821)
			Pinnidae	Pinna	<i>P. carnea</i> (Gmelin 1791)
			Pteroida	Pteriidae	Pteria
				Pinctada	<i>P. imbricata</i> (Röding 1798)
		Pectinidae	Euvola	<i>E. ziczac</i> (Linné 1758)	
			Argopecten	<i>A. nucleus</i> (Born 1780)	
			Chlamys	<i>C. moscosus</i> (Wood 1828)	
			Lectopecten	<i>L. bavay</i> (Dautzenberg 1900)	
			Lyropecten	<i>L. nodosus</i> (Linné 1758)	

### Bioensayo para la evaluación del tipo de colector

En la Figura 3 se muestra que el mayor número de ejemplares se fijó en los colectores de malla mosquitera, seguido en orden decreciente por la cuerda de sisal y la de filamento. El número de bivalvos fijados en los diferentes tipos de colectores presentaron diferencias significativas entre sí

( $P < 0,05$ ). Esto, probablemente, se debe a la gran diferencia en la fijación de organismos y al gran número de semillas fijadas en los colectores blandos. Los colectores sólidos (asbesto y PVC) no presentaron captación de bivalvos. En los mismos, sólo se observó fijación de otros organismos, principalmente cirrípedos, los cuales estuvieron en mayor cantidad con respecto a los colectores blandos. Una explicación a estos resultados podría ser el hecho de poseer una superficie relativamente plana, sin aberturas, lo que hace que estos colectores (sólidos) tengan menor contacto estructural con el medio acuático en circulación, creando que las corrientes desplacen a los organismos fijados, a diferencia de los colectores blandos constituidos principalmente de filamentos, que forman prácticamente una trampa para las larvas, las cuales encuentran su sustrato adecuado sin perturbación de las corrientes.

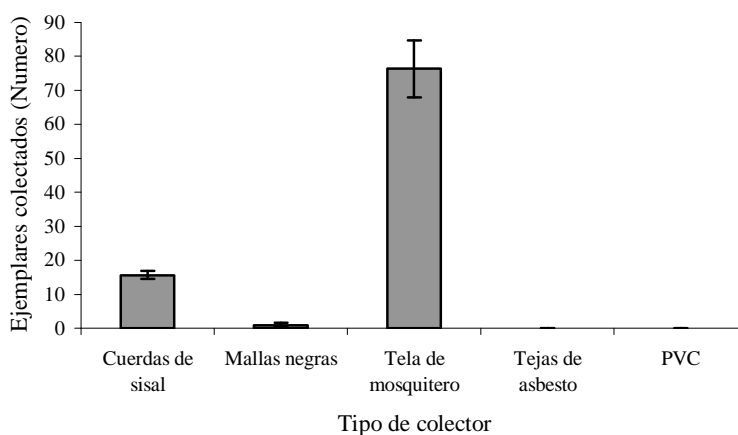


Figura 3. Número de ejemplares colectados en los diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

La mayor variedad de ejemplares se obtuvo en el colector de la malla mosquitero (Figura 4) agrupándose ocho de las nueve especies encontradas siendo la más abundante *Ryenella laterales*, seguida en orden decreciente por *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Pinna carnea*, *Lyropecten nodosus*, *Pteria colymbus* y *Chlamys muscosus*. Este resultado

sugiere que este colector funcionó como una trampa que retuvo eficazmente las larvas próximas a su etapa de fijación. En la cuerda de sisal se fijaron cinco de las nueve especies encontradas (*Pteria colymbus*, *Pinctada imbricata*, *Leptopecten bavayi*, *Chlamys muscosus* y *Euvola ziczac*), en orden decreciente. En el colector de filamento solo se colectaron tres especies, siendo la más abundante *Pteria colymbus*, seguido de *Pinctada imbricata* y *Chlamys muscosus*.

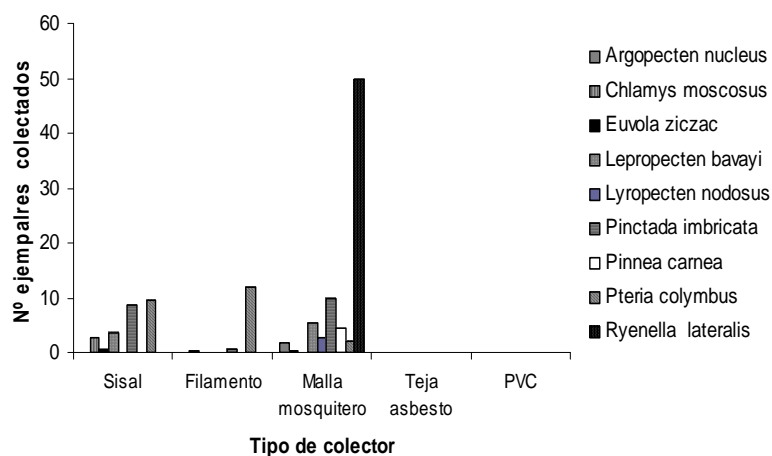


Figura 4. Número de ejemplares por especie captados en los diferentes colectores colocados en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

### Bioensayo de evaluación del color del colector

En la Figura 5 se observa la mayor fijación de semillas en los colectores de color verde y azul. En los colectores amarillos se observó una captación de semillas significativamente menor ( $P < 0,05$ ). De estos resultados, se observa claramente una mayor afinidad de fijación de los moluscos bivalvos por los colores azul y verde, que son a su vez del mismo tipo de malla mosquitera. Esto podría explicarse por un probable fototropismo con tendencia negativa de las larvas hacia los tipos de sustratos utilizados para la fijación. En la Figura 4 destaca una mayor abundancia de la especie *Pteria colymbus* en los tres colores de colectores, lo cual indica que

estos tipos de colectores pueden ser empleados como una excelente trampa para esta especie de importancia comercial.

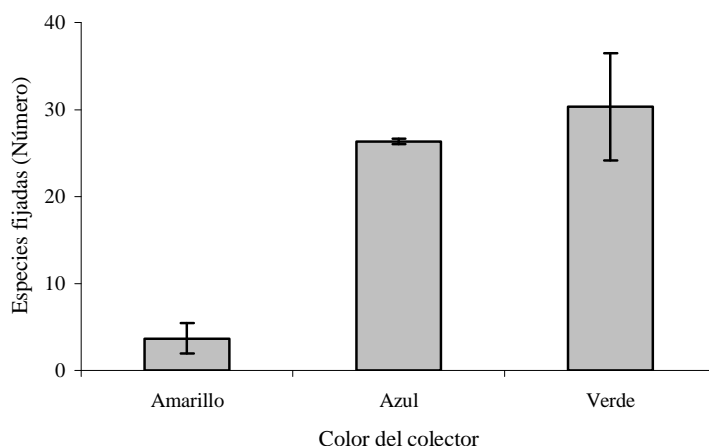


Figura 5. Numero de ejemplares fijados en los diferentes colores de malla de mosquitero, según el color en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco.

El color azul obtuvo el mayor número de especies fijadas (siete), las cuales según en orden decreciente de su abundancia fueron *Pteria colymbus*, *Pinctada imbricata*, *Chlamys muscosus*, *Ryenella lateralis*, *Leptopecten bavayi*, *Lyropecten nodosus* y *Euvola ziczac*, seis especies para el colector verde y dos especies para el amarillo (Figura 6). Esto puede deberse a que no hubo una buena afinidad de las larvas hacia el color amarillo para su fijación. Resultados similares obtuvieron Peña *et al.* (1994) quienes determinaron una mayor captación de pectínidos en colectores verdes.

En líneas generales, de las nueve especies halladas seis tienen importancia comercial, sobre todo las otras perlíferas *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus* (Familia Pteriidae). Las otras especies comerciales identificadas fueron el rompe chinchorro, *Pinna carnea*, las ostras *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus* y las vieiras *Euvola ziczac*, *Argopecten nucleus* y *Lyropecten nodosus*, todas ellas con una amplia potencialidad de cultivo en la zona (Lodeiros, 1997). La presencia y abundancia de estas especies en los diferentes colectores estuvo relacionado, posiblemente, con el comportamiento reproductivo de estas especies, las cuales se caracterizan por tener un tipo de reproducción continua, típica de especies tropicales. En el nororiente de Venezuela las especies como *Argopecten nucleus* (Lodeiros *et al.*, 1993), *Pteria colymbus* (Márquez *et al.*,

2000), *Lyropecten nodosus* (Vélez *et al.*, 1979), *Pinctada imbricata* (Marcano, 1984), *Tivela mactroides* (Prieto, 1980), *Donax denticulatus* (Vélez, 1985) y *Arca zebra* (Mora, 1985) presentan este comportamiento reproductivo. En este sentido, Márquez *et al.* (2000) señalan que para este tipo de especie los factores ambientales, en general, no juegan un papel significativo en la regulación de su ciclo reproductivo, siendo en general, los factores endógenos los reguladores de la reproducción, lo que explicaría la presencia de estas especies en los diferentes colectores y durante toda la experiencia.

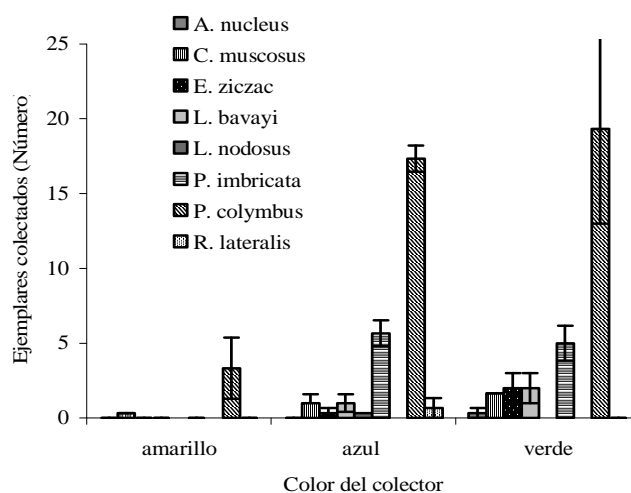


Figura 6 Numero de ejemplares colectados por especie en los diferentes colores de malla de mosquitero, según el color, colocados en la Ensenada de Turpialito.

No obstante, la diversidad de moluscos reclutados a pesar del corto tiempo de la experiencia, fueron relativos con la época de surgencia, lo que sugiere que la baja temperatura y la alta disponibilidad de alimento pueden ser factores determinantes para el reclutamiento de ciertas especies. En este sentido, dicho período es recomendado para obtener semillas del medio ambiente natural en cantidades abundantes en función de establecer cultivos en la región. En tal sentido, Ruffini (1984) reporta que la mayor incidencia de ejemplares de *Pteria colymbus* coincide con la época de surgencia, independientemente de su característica reproductiva.



### CONCLUSIONES

De las nueve especies halladas seis tienen importancia comercial, sobre todo las ostras perlíferas *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus*, las cuales se presentaron en mayor abundancia en los colectores blandos y en especial los de malla mosquitero; lo que sugiere que la actividad de captación natural para estas especies constituye un punto importante para el desarrollo de su cultivo. El mejor tipo de colector utilizado con respecto a la textura fueron los colectores blandos y en especial los de malla mosquitero. De los colectores de malla mosquitero, los colectores azules y verdes fueron los de mayor fijación de larvas.

### LITERATURA CITADA

- Aguilar M. y W Stotz. 2000. Settlement sites of juvenile scallops *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) in the subtidal zone at Puerto Aldea, Tongoy Bay, Chile. *J. Shellfish Res.*, 19: 749 -755.
- Avendaño M. y M. Cantillanez. 1992. Colecta artificial de semilla de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en bahía de Mejillones, Chile. *Estad. Oceanol.*, 11: 39-43.
- Ferráz R. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 26: 97-110.
- Freites L., B. Vera, A. Vélez y C. Lodeiros. 1995. Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la supervivencia de juveniles de *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) bajo condiciones de cultivo suspendido. *Cienc. Mar.*, 21: 361-372.
- Jiménez M., C. Lodeiros y B. Márquez. 2000. Captación de juveniles de la madre perla *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) con colectores artificiales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribb. J. Science*, 36(3-4): 221-226.
- León L., T. Cabrera y L. Troccoli. 1987. Estudios sobre la fijación y el índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding, 1798, en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. *Centro de Investigaciones Científicas. Congr. Cient. U.D.O.* 12: 3-44.

- Lodeiros C., N. Narváez, J. Rengel, B. Márquez, M. Jiménez, N. Marín y L. Freites. 1997. Especies de bivalvos marinos con potencialidad para ser cultivados en el nororiente de Venezuela. Un estudio preliminar. Resúmenes XLVII Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. Valencia.
- Lodeiros C., B. Marín y A. Prieto. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia. Apudons, 109 p.
- Márquez C., C. Lodeiros, M. Jiménez y J. Himmelman. 2000. Disponibilidad de juveniles por captación natural de la ostra *Pteria colymbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Biol. Trop., 1: 151-158.
- Narváez N. 1999. Crecimiento de *Pinna carnea* L., 1798 (Mollusca: Bivalvia) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Grado. Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná. Sucre. Venezuela.
- Narvarte M., E. Félix-Pico y A. Ysla-Chee. 2001. Asentamiento larvario de pectínidos en colectores artificiales. En Maeda-Martínez A.N. (Ed) Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Limusa, México. pp. 173- 192.
- Peña J., J. Canales, C. Rodríguez-Babío y S. Mestre. 1994. Captación de moluscos y otros organismos mediante colectores filamentosos en la costa de Castellón durante 1991. Cuadernos Invest. Biol., 18: 211-223.
- Okuda T., J. Benítez, J. Bonilla y G. Cedeño 1978. Características hidrobiológica del Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 17: 69-88.
- Ruffini E. 1984. Desarrollo larval experimental de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Roding 1798) (Mollusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre su reproducción en el banco natural de Punta las cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente, Cumaná, Sucre. Venezuela.

Peña J., S. Peña-Llopis, M. Ballester y C. Saavedra. 2002. Comparación de la fijación de semillas de pectínidos en dos tipos de colectores, fondeados frente a la costa de Burriana (Castellón). Resúmenes I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, pp. 640-646.

Zar J. 1984. Biostatistical Analysis. 2<sup>da</sup> ed. Prentice-Hall, New Jersey.

