



INIA  
Instituto Nacional  
de Investigaciones  
Agrícolas

# Zootecnia Tropical

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 23 VOL. 23 No. 2 2005

---

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS - VENEZUELA

---

# ZOOTECNIA TROPICAL

Revista Trimestral del  
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas  
Maracay, Venezuela



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS  
REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Prudencio Chacón  
PRESIDENTE

Dr. Jesús Salazar  
GERENTE GENERAL

Dra. Tania Rodríguez  
GERENTE INVESTIGACIÓN

Ing. MSc. José A. Ureña  
GERENTE (E) NEG. TECNOLÓGICA

COORDINACIÓN EDITORIAL ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. José L. Gil  
EDITOR JEFE

Dr. Nestor E. Obispo  
EDITOR ASISTENTE

M.Sc. Freddy Espinoza  
ASESOR

Rosa Terán  
SECRETARIA

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Thais Díaz (UCV-FCV)

Dra. Susmira Godoy (INIA)

Dr. José Alió (INIA)

Dr. Orlando Guenni (UCV-FAGRO)

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

Dr. Carlos Lascano (Colombia)

Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)

Dra. Alicia Rabasa (Argentina)

Dr. Manuel Fondevilla (España)

Dr. Lee McDowell (EEUU)

Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)

Dr. Julio Lee (Cuba)

Dr. Rony Tejos (Venezuela)

Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)

Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)

Dr. Armando Fuentes (Venezuela)

M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dra. Josefina Combellas (Venezuela)

Dirigir correspondencia a:

REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL. INIA. Apartado Postal 2103. Maracay  
2101, estado Aragua, Venezuela. Direcciones electrónicas: zootrop@inia.gov.ve  
jgil@inia.gov.ve nobispo@inia.gov.ve

**VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN<sup>1</sup>:**

**VENEZUELA** (Bs.)

**EXTERIOR** (US \$)

Un año: 18.000,00

One year: 40.00

Dos años: 35.000,00

Two years: 75.00

Ejemplar: 5.000,00

<sup>1</sup> Incluye gastos de manejo y envío por vía terrestre para Venezuela y correo marítimo para el Exterior

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

## ZOOTECNIA TROPICAL

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

Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela

Sitio Web: [www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm)

### COMITÉ *Ad hoc*

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

### BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to  
Scientific Reviewers

ZOOTECNIA TROPICAL / (FONAIAP). Instituto de  
Investigaciones Agrícolas. Vol. 1 N° 1-2. 1983

Continuación a partir de 1983 de la Serie Zootécnica de  
la revista Agronomía Tropical, Vol. 29 N° 6, 1979

### INDIZACIÓN

C.A.B. International (U.K.), IICA-CIDIA (Costa Rica), Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda), AGRIS (FAO-Roma), LATINDEX (México), Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (UNAM, México), MEDIATHEK (Alemania), UCH (México), REVENCYT (Venezuela), Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica), Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica), Base Agrícola Venezolana (FONAIAP, Venezuela), Bioline (Canadá), Scielo (Venezuela).

### SE ACEPTA EL INTERCAMBIO CON OTRAS REVISTAS

Exchange requested    Wir bitten um austausch    On demande l'échange

Gradiremmo cambio    Deseamos permuta

Tiraje: 500 Ejemplares

Esta publicación se imprime en papel libre de ácido, cumpliendo con los requisitos mínimos de la American Standard for Information Sciences - Permanence for paper for printed library materials, ANSI Z39.48 - 1984.

Depósito Legal pp. 198302AR214

ISSN: 0798-7269

### SUMARIO Vol. 23 No. 2

#### ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- CAMACARO S. y MACHADO W. Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos..... 91
- MÜLLER L., MANFRON P. A., SANTOS O. S., MEDEIROS S L. P., HAUT V., DOURADO N. D., FAGAN E. B. e BANDEIRA A. H. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L. com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita..... 105
- VALERO J., BENEZRA M., CAMACARO S., CHONG L. y ORLANDO G. Identificación botánica y producción de frutos en un bosque decíduo del asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua, Venezuela..... 121
- CASTILLO I., ACOSTA V., MARTÍNEZ G. y NÚÑEZ M. Niveles de metales pesados en gónadas y músculo aductor del mejillón marrón, *Perna perna*, cultivado en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela..... 141
- GONZÁLEZ A., MENDOZA J., AROCHA F. y MÁRQUEZ A. Crecimiento de la curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, en el Orinoco medio..... 155
- FIGUERA B. E., CABELLO A. M., VILLALOBOS L. B., MÁRQUEZ Y. DEL V. y VALLENILLA O. M. Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío..... 171
- RÍOS DE Á. L., COMBELLAS DE. J. y ÁLVAREZ R. Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos (Revisión)..... 183
- Fe de erratas Vol. 22 (3)..... 211

## Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos

Selina Camacaro<sup>1\*</sup> y Wilfre Machado<sup>2</sup>

### TABLE OF CONTENTS Vol. 23 No. 2

#### Scientific Articles

CAMACARO S. and MACHADO W. Biomass production and utilization of <i>Leucaena leucocephala</i> fertilized and grazed by sheep.....	91
MÜLLER L., MANFRON P. A., SANTOS O. S., MEDEIROS S L. P., HAUT V., DOURADO N. D., FAGAN E. B. and BANDEIRA A. H. Growth and bromatologic composition of hydroponic corn fodder in different dates of harvest and sowing densities.....	105
VALERO J., BENEZRA M., CAMACARO S., CHONG L. and GUENNI O. Botanical identification and fruit production in a deciduous forest at Las Peñitas settlement, south of Aragua state, Venezuela.....	121
CASTILLO I., ACOSTA V., MARTÍNEZ G. and NÚÑEZ M. Levels of heavy metals in gonads and adductor muscle in brown mussel, <i>Perna perna</i> , cultivated at the ensenada of Turpialito, Cariaco Gulf, Sucre state, Venezuela.....	141
GONZÁLEZ A., MENDOZA J., AROCHA F. and MÁRQUEZ A. Growth of river curvina, <i>Plagioscion squamosissimus</i> , in the middle Orinoco.....	155
FIGUERA B E., CABELLO A. M., VILLALOBOS L. B., MÁRQUEZ Y. DEL V. and VALLENILLA O. M. Growth of <i>Listeria monocytogenes</i> in smoked tuna vacuum packaged.....	171
RÍOS DE Á. L., COMBELLAS DE. J. and ÁLVAREZ. R. Use of poultry excreta in sheep feeding (Review).....	183
ERRATUM.....	211

#### RESUMEN

Un experimento de campo fue realizado en la sección de ovinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicado en Maracay, estado Aragua para evaluar el efecto de la fertilización con S, Cu y Zn sobre la producción de biomasa *Leucaena leucocephala* y su utilización por ovinos a pastoreo. Se utilizó una asociación de la leguminosa sembrada en hileras sencillas de 1 x 4 m, en un potrero de *Cynodon plectostachyous*. Se usó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, utilizando ocho tratamientos que incluyeron un testigo negativo (sin fertilización), un testigo positivo (S, Cu y Zn) y los seis restantes con un elemento faltante. Se hicieron cuatro muestreos destructivos y no destructivos; los primeros se realizaron sobre 10 plantas, evaluando altura promedio, número de ramas, longitud de tallos con  $\emptyset < 6$  mm, longitud de tallos con  $\emptyset > 6$  mm, número de hojas, longitud de hojas, materia seca de hojas (MSH), materia seca de tallos con  $\emptyset < 6$  mm (MST<) y materia seca de tallos con  $\emptyset > 6$  mm (MST>) para generar ecuaciones de regresión y estimar la producción de biomasa. Para los muestreos no destructivos, se evaluaron las mismas variables mencionadas anteriormente con excepción de las de materia seca. Hubo diferencias ( $P < 0,05$ ) en las variables MSH y MST< por efecto de tratamiento, resaltando el efecto del S (solo o combinado) y la combinación de Cu y Zn con los otros elementos porque produjo aumentos en la biomasa disponible (MSH y MST<). La MST> y la participación de la MST< en la biomasa disponible no fueron afectadas por los tratamientos ( $P > 0,05$ ). La utilización de *L. leucocephala* no fue afectada ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos. Los resultados indican que bajo estas condiciones, la aplicación de S de *L.*

<sup>1</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579. Maracay, Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: camacaros@gr.ucv.ve

<sup>2</sup> Instituto de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579. Maracay, Aragua, Venezuela

*leucocephala* aumenta la producción de biomasa, pero no afecta su utilización por ovinos a pastoreo.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, fertilización, producción de biomasa, utilización, pastoreo de ovinos.

### Biomass production and utilization of *Leucaena leucocephala* fertilized and grazed by sheep

A field experiment was carried out in the Sheep Section of the Faculty of Agronomy of the Central University of Venezuela, located in Maracay, Aragua state to evaluate the effect of the fertilization of *Leucaena leucocephala* on the biomass production and its utilization for grazing sheep. An association of the legume already sown in single rows of 1x4 m, on a pasture of *Cynodon plectostachyous*, was used. An aleatory block design was used with three repetitions, including a negative control (without fertilization) and a positive control (S, Cu, and Zn) and the six remaining treatments with a missing element. Four destructive and non destructive samplings were made; the first was made on 10 plants, evaluating height, number of branches, length of branches  $\varnothing < 6$  mm, length of branches  $\varnothing > 6$  mm, number of leaves, length of leaves, dry matter of leaves, dry matter of branches  $\varnothing < 6$  mm and dry matter of branches  $\varnothing > 6$  mm. For the non destructive samplings, except for dry matter, the same variables were evaluated. There were differences ( $P < 0.05$ ) in the variables MSH and MST $<$  for treatment effect, standing out the effect of the S (alone or combined) and the combination of Cu and Zn, with the other elements, because it produced an increase of available biomass. The MST $>$  and the % of participation of the MST  $<$  in the available biomass were not affected by the treatments ( $P > 0.05$ ). The utilization of the *L. leucocephala* was not affected ( $P > 0.05$ ) by the treatments. The results indicated that under these conditions, the fertilization of *L. leucocephala* increased the biomass production, but it did not affect its utilization by grazing sheep.

Key words: *Leucaena leucocephala*, fertilization, biomass production, utilization, grazing sheep.

### INTRODUCCIÓN

La industria ganadera venezolana (vacunos, ovinos, caprinos y búfalos) se ha desarrollado principalmente en áreas con restricciones

edafoclimáticas, que han impuesto una limitante a la producción animal; por otro lado, la vegetación nativa utilizada son pastos de mediana a baja calidad y rápida maduración (Chacón, 1996).

En tal sentido, la introducción de especies de gramíneas y leguminosas adaptadas a distintas condiciones agroecológicas puede mejorar sustancialmente la producción animal con rumiantes (Faría y Morillo, 1997). Las leguminosas arbustivas, y dentro de ellas la *Leucaena leucocephala*, han despertado un interés creciente, por los múltiples beneficios que aportan a los sistemas de producción animal (Dávila y Urbano, 1996; Faría y Morillo, 1997; Iglesias, 1998).

La *Leucaena leucocephala* es un árbol inerme que puede alcanzar hasta 20 m de altura, alta habilidad para fijar nitrógeno, rápido crecimiento y alta producción de biomasa (Ruíz y Febles, 1987; Duguma *et al.*, 1988). Sin embargo, el establecimiento de *Leucaena leucocephala* en suelos ácidos puede ser muy bajo sobre todo de las variedades más comunes en Venezuela, como la Perú, debido a su poca tolerancia al aluminio y a la deficiencia de fósforo (Shelton y Jones, 1994). Por otro lado, la fertilización como estrategia para aumentar la producción de materia seca y el valor nutritivo y aún con el propósito de prolongar las anteriores en la época de sequía, no se ha constituido en una práctica de uso frecuente en nuestro país.

El uso de fertilizantes en pastizales en Venezuela es muy bajo, limitándose básicamente al N, P y K, siendo aún más escaso el uso de micronutrientes, de los cuales, el Mo, Cu, Zn y Co son indispensables para el proceso de fijación simbiótica de N. Por otro lado, el desarrollo de la producción ovina había sido muy reducido en el país, puesto que para 1985 existían 363.802 cabezas concentradas principalmente en los estados Zulia, Falcón y Lara. Sin embargo, en los últimos años los productores de diferentes regiones de Venezuela han mantenido un rebaño de ovinos a pastoreo, en combinación con el sistema principal de producción bien sea leche, carne o cultivos, lo cual aumentó la existencia de cabezas en 1998 a 762.670, principalmente en los estados Zulia, Falcón, Barinas, Anzoátegui y Guárico (MAC, 1998).

Este desarrollo creciente del sector ovino y las experiencias a pastoreo, a nivel nacional, con la *Leucaena leucocephala* (Espinoza *et al.*, 1996, 1998, 1999; Camacaro *et al.*, 2002) determinan la importancia de evaluar la producción de biomasa y la utilización por ovinos de esta leguminosa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un potrero de la Sección de Ovinos, Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, ubicada en un área de bosque seco tropical a 10° 16' 20" N y 67° 36' 35" O, a una altura de 450 msnm. La precipitación media anual es de 942 mm, con un período de lluvias comprendidas entre Mayo y Noviembre y un período de sequía entre Diciembre y Abril (Figura 1). La temperatura promedio fue de 24,7°C (Figura 1). Se utilizó una asociación de la leguminosa establecida en hileras sencillas de 1 x 4 m, en un potrero de *Cynodon plectostachyous*. Los suelos son de textura franco-arenosos, pH ligeramente alcalino, moderados contenidos de materia orgánica, altos contenidos de fósforo y de mediana a baja fertilidad (Cuadro 1). Los nutrientes deficitarios (S, Cu y Zn) se determinaron según análisis de suelo (Cuadro 1).

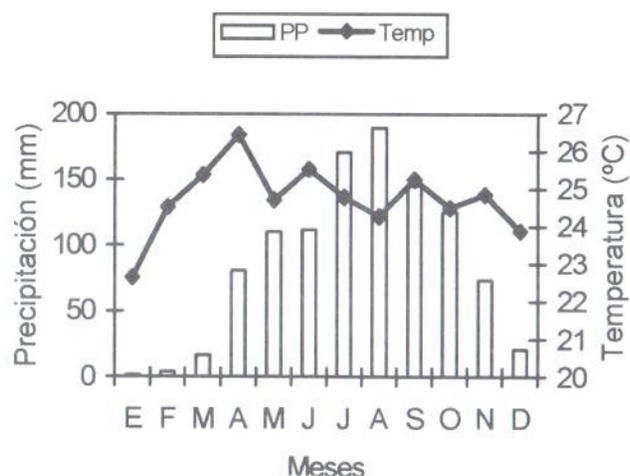


Figura 1. Promedio de precipitación y temperatura del Campo Experimental Facultad de Agronomía. Promedio años 1980-2000

Para el diseño de los tratamientos se utilizó la técnica del elemento faltante (CIAT, 1984) resultando un bloques al azar con tres repeticiones y tres plantas por tratamiento, con 8 tratamientos, incluyendo un testigo negativo (sin fertilización), un testigo positivo (S, Cu y Zn) y los seis restantes con un nutriente faltante (Cuadro 2). Las dosis empleadas fueron:

20 kg/ha de S, 3 kg/ha de Cu y 3 kg/ha de Zn, suministrados a través de las fuentes flor de azufre, sulfato de cobre y sulfato de zinc, respectivamente.

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo de potreros Sección Ovinos IPA-FAGRO

Análisis físico									
Arena	Limo	Arcilla	Textura	pH	MO	Ce			
----- % -----				1:1 H <sub>2</sub> O	%	ds/m			
57,6	30	12,4	Fa	7,81	3,05	0,240			
Análisis químico									
P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
----- ppm -----									
38	63	7256	226	13	8	0	0,2	0	0

Cuadro 2. Diseño de los tratamientos para la fertilización de *Leucaena leucocephala*.

Elemento	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
S			X		X	X		X
Cu		X		X		X		X
Zn	X			X	X			X

Antes de iniciar el experimento, las plantas fueron podadas (Agosto 1999) a una altura de 50 cm, con una motosierra y la superficie cortada fue tratada con una mezcla de sulfato de cobre y cal (caldo bordeles) para evitar infecciones fungosas y bacterianas. A las tres semanas después del corte (Septiembre 1999) se fertilizó realizando un surco de profundidad de 10 cm y de radio 30 cm alrededor de la planta, el cual fue tapado una vez que se colocó el fertilizante. Antes de cada pastoreo, se hizo un muestreo destructivo (Chacón *et al.*, 1996) sobre 10 plantas, para generar ecuaciones de regresión múltiple y estimar la producción de biomasa disponible (MSH y MST<) y no disponible (MST>) (Cuadro 3). A dichas plantas se les determinó: altura promedio (AP), número de ramas (NR), longitud de tallos con  $\varnothing < 6$  mm (L<), longitud de tallos con  $\varnothing > 6$  mm (L>), número de hojas (NH), longitud de hojas (LH), materia seca de hojas (MSH), materia seca de tallos con  $\varnothing < 6$  mm (MST<), materia seca de tallos con  $\varnothing > 6$  mm (MST>).

Las variables evaluadas en los muestreos no destructivos (antes y después de cada pastoreo) fueron las mismas mencionadas anteriormente

con excepción de las de materia seca de hojas y tallos con  $\varnothing < 6$  mm y  $\varnothing > 6$  mm. Además, se estimó el porcentaje de participación de la MST< en la biomasa disponible. Se realizaron cuatro muestreos desde Diciembre 1999 hasta Septiembre 2000, con intervalos de dos meses.

Cuadro 3. Variables estimadas y predictoras para *Leucaena leucocephala*.

Variabes predictoras†	Variabes estimadas‡	R <sup>2</sup>
Altura promedio (AP)	MST<	0,9511
Número de ramas/planta (NR)	MST>	0,9086
Longitud de tallos $\varnothing < 6$ mm (L<)	MSH	0,9750
Longitud de tallos $\varnothing > 6$ mm (L>)		
Número de hojas/rama (NH)		
Longitud de hojas (LH)		

†: Todas las variables predictoras fueron utilizadas para estimar c/u de las variables estimadas.

‡: MST<: Materia seca de tallos con  $\varnothing < 6$  mm; MST> Materia seca de tallos con  $\varnothing > 6$  mm; MSH: Materia seca de hojas.

Ecuaciones: MST< =  $5,93754 - 0,00901(AP) + 0,11667(L<) + 0,04377(L>) + 0,16261(LH) + 0,11336(NH) - 0,15557(NR)$   
 MST> =  $2,50855 + 0,00188(AP) + 0,00829(L<) + 0,00974(L>) + 0,09142(LH) + 0,00707(NH) - 0,02035(NR)$   
 MSH =  $-0,01046 + 0,00304(AP) + 0,00479(L<) + 0,02192(L>) + 0,09520(LH) + 0,01450(NH) - 0,04164(NR)$ .

La parcela fue pastoreada por ovinos hembras adultas mestizas West African de aproximadamente 40 kg PV y la carga animal se ajustó en función de la biomasa presente al momento de la evaluación, promediando 1,7 UA/ha. El período de pastoreo fue de 7,30 horas/día, por siete días consecutivos, con un período de reposo de 2 meses. Se realizaron los siguientes análisis estadísticos: (a) Prueba de normalidad según el método de Wilk Shapiro (Siegel, 1982) a la cual fueron sometidas todas las variables medidas. (b) Análisis de varianza (Steel y Torrie, 1985), ajustando por número de troncos (covariable) todas las variables de biomasa estimada, (c) Prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1985) para comparación de medias y (d) Prueba no paramétrica de Friedman, para la variable porcentaje de participación de la MST< en la biomasa disponible.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de biomasa se muestra en el Cuadro 4. La MSH varió de 200,9 kg MS/ha (tratamiento 2) hasta 399,8 kg MS/ha (tratamiento

3), con diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre ambos, pero no entre estos y el resto ( $P > 0,05$ ). El efecto del S sobre la producción de biomasa de *L. leucocephala* ya ha sido demostrado por otros autores (Sanzonowics y Couto, 1981; Prinsen *et al.*, 1992; Camacaro *et al.*, 2002). Al respecto, Camacaro *et al.* (2002) reportaron un posible efecto del S proveniente de las fuentes utilizadas, durante la época seca, en suelos con muy alto contenido de S (73 ppm). El suelo utilizado en el presente experimento tenía un contenido medio a bajo de S (13 ppm) (CIAT, 1991).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala*

Tratamientos	Variables		
	Hojas	Tallos < 6mm	Tallos > 6mm
	----- kg MS / ha -----		
Zn	208,3 <sup>ab†</sup>	152,52 <sup>b</sup>	35,80
Cu	200,87 <sup>b</sup>	170,37 <sup>ab</sup>	52,53
S	399,77 <sup>a</sup>	264,80 <sup>a</sup>	62,73
Zn+Cu	317,24 <sup>ab</sup>	241,09 <sup>ab</sup>	54,02
S+Zn	338,10 <sup>ab</sup>	240,83 <sup>ab</sup>	58,31
S+Cu	341,87 <sup>ab</sup>	244,20 <sup>ab</sup>	68,44
NF	365,23 <sup>ab</sup>	259,61 <sup>ab</sup>	69,03
S+Zn+Cu	318,69 <sup>ab</sup>	242,09 <sup>ab</sup>	64,17

† Valores en misma columna con letras diferentes son estadísticamente distintas entre sí ( $P < 0,05$ ), según Tukey

Los tratamientos 1 (Zn) y 2 (Cu) fueron los que mostraron los valores mas bajos y no difirieron entre sí ( $P > 0,05$ ). Con respecto al Zn, Camacaro *et al.* (2002) reportaron una respuesta similar y lo relacionaron con el bajo nivel de Zn (1,5 ppm) en el suelo siendo insuficiente para la nutrición de la planta; sin embargo, el contenido de Zn del suelo en el presente experimento fue casi nulo (0,5 ppm), por lo que la posible explicación a ese valor de MSH mas bajo sea que este elemento cause algún efecto antagonico cuando se aplica solo.

El Cu se comportó de una manera similar al del Zn, ya que a pesar de que su contenido en el suelo fue nulo (0 ppm) fue el tratamiento que mostró el valor más bajo, pero cuando se combinó con los otros elementos (tratamientos 4, 6 y 8), la MSH aumentó hasta más de 100 kg MS/ha. Efecto similar produjo el Zn, al combinarse (tratamientos 4, 5 y 8). En líneas generales, los rendimientos de biomasa reportados fueron más bajos que los reportados por Jayasundara *et al.* (1997) (840 kg/ha) y Camacaro *et al.*

(2002) (419,9 kg/ha en sequía y 1.057 kg/ha en salida de lluvias). Ambos experimentos fueron realizados en áreas con precipitaciones promedio de 1500 mm y 1249 mm, respectivamente, lo cual pudiera explicar los rendimientos más bajos en el presente experimento (942 mm).

La tendencia de MST< fue similar a la de MSH, con valores desde 152,5 kg MS/ha (tratamiento 1) hasta 264,8 kg MS/ha (tratamiento 3), con diferencias ( $P < 0,05$ ) entre ellos (Cuadro 4), pero no entre estos y el resto ( $P > 0,05$ ). Para la variable MST<, el tratamiento 3 (S) mostró de nuevo el valor más alto, lo que confirma la respuesta al S de *L. leucocephala* ya reportada. La MST<, donde se encuentra gran parte de las yemas, forma parte junto con la MSH, de la biomasa disponible de la planta, por lo tanto, un aumento en ésta variable sería beneficiosa no solo por el aumento en la biomasa disponible si no por el aumento en la capacidad de rebrote y recuperación de la planta después del pastoreo. Con respecto a lo anterior se observa que la participación de la MST< (Figura 2) en la biomasa disponible varió desde 40% (tratamiento 3) hasta 46% (tratamiento 2). Sin embargo, ésta variable no mostró diferencias entre tratamientos ( $P > 0,05$ ).

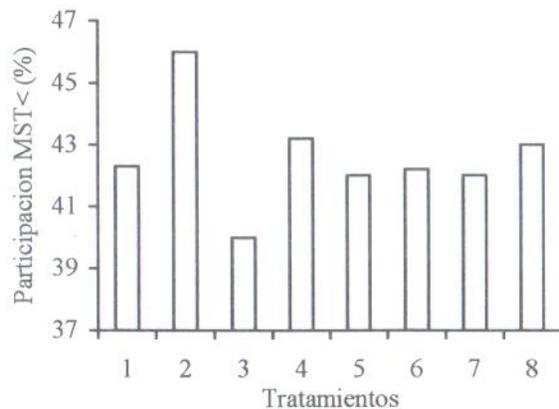


Figura 2. Participación de la MST< en la biomasa disponible. Diferencias no significativas entre tratamientos.

Los tratamientos donde el S se usó solo y donde se combinó con otros elementos (5, 6 y 8) mostraron valores similares ( $P > 0,05$ ) de MST<, potenciando el efecto del Cu y el Zn. Sin embargo, aunque no hay diferencias ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos combinados (4, 5, 6 y 8) el

tratamientos solo con S (3), tendió a mostrar un valor más alto que el resto (Cuadro 4).

La MST> (biomasa no disponible) no fue afectada por la fertilización ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 4). Los valores variaron desde 35,8 kg MS/ha (Tratamiento 1) a 69,0 kg MS (tratamiento 7). A pesar de ésta respuesta, se observa que el tratamiento 1 (Zn) mostró el valor más bajo, lo cual como se mencionó anteriormente para el caso de la MSH y MST<, pudiera ser debido a efectos antagonicos sobre el desarrollo de la planta (Camacaro *et al.*, 2002).

La Figura 3 muestra la utilización de *L. leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. A pesar que no hubo diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos, los tratamientos 1 (Zn) y 5 (S-Zn) fueron utilizados por encima del 60% y otros dos (2-Cu y 7-testigo) por encima del 70%. En el caso del tratamiento 1 (Zn) parece contradictorio que siendo uno de los tratamientos que mostró menor producción de biomasa, haya obtenido 68,9% de utilización al igual que el tratamiento 5 (68,3%), lo que pudiera deberse a deficiencias de Zn en la dieta del rebaño ovino experimental. Con respecto a los tratamientos 2 y 7, con utilidades de 77,6% y 73,2%, respectivamente, es igualmente válida la presunción de déficit de Cu en la dieta, pero el hecho que el testigo haya mostrado una utilización de 73,2%, indica que pareciera haber otros factores que influyen sobre el patrón de selección de la dieta.

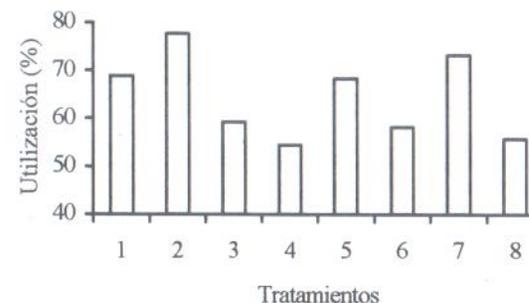


Figura 3. Utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. Diferencias no significativas entre tratamientos

Por otro lado, la utilización pudiera estar condicionada por la presencia de gramíneas con una alta preferencia por parte de los ovinos (*Cynodon sp.*) y muy posiblemente por la presencia de compuestos secundarios en la leucaena, ya que fue mencionado por Rondón, Z.

(comunicación personal) que el rebaño a pastoreo de la sección de Ovinos (sitio experimental), prefiere consumir la leucaena cortada y seca, que cortada y fresca o pastoreada. Al respecto, Mejía y Vargas (1993) señalan que el factor más influyente sobre el consumo de un follaje proteico arbóreo es el grado de acostumbramiento al mismo. En ese sentido, los mismos autores reportaron que ovejos adultos prefirieron en ese mismo orden los siguientes recursos alimenticios: mataralón, cogollo de caña, nacedero, pollinaza, leucaena y bloque multinutricional (Mejía y Vargas, 1993). Omokanye *et al.* (2001), en un ensayo con ovejas, también encontraron que los animales preferían en tercer lugar a la *L. leucocephala*, de cuatro arbustivas evaluadas. Similar resultado obtuvieron Odo *et al.* (2001) al encontrar que las cabras preferían en último lugar a la *L. leucocephala* de 26 especies forrajeras evaluadas. Por otro lado, la utilización de la *L. leucocephala* resultó en este ensayo, similar (64,4%) que la reportada por Espinoza *et al.* (1999) para el período de lluvia (64%) y superior a la reportada por los mismos autores, para los períodos de transición y seco (51 y 57%, respectivamente).

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, se concluye que:

1. El S solo o combinado produce un aumento de la biomasa disponible.
2. Los elementos Cu y Zn no deben aplicarse solos si no combinados entre ellos o con el S.
3. La aplicación de los elementos solos o combinados, al actuar directamente sobre la biomasa de tallos con diámetro < 6 mm, produce efecto no solo sobre el aumento de biomasa disponible si no sobre la capacidad de rebrote de la planta.
4. Los elementos aplicados a las dosis utilizadas no afectaron la utilización de la *L. leucocephala*.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH - UCV) por el financiamiento otorgado para la realización de esta

investigación y a la Sección de Ovinos (FAGRO-UCV) por facilitar instalaciones y animales para la realización de este ensayo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Camacaro S., E. Chacón y W. Machado. 2002. Efecto de la fertilización con macros y micronutrientes sobre la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Trop.*, 20(2): 163-178
- Chacón E. 1996. Manejo de recursos alimenticios para la ganadería de doble propósito y lechería tropical, con énfasis en pastoreo. Memorias I Seminario Internacional de Montería de Ganado de Doble Propósito Gyr lechero y Búfalos. Memorias. Montería, Colombia. pp. 1-34
- Chacón E., G. Virguez, S. Camacaro, P. Soler, A. Torres y L. Arriojas. 1996. Caracterización de la arquitectura de leguminosas forrajeras arbustivas. Memorias Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp. 63-64.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Suelos. Nutrición de Plantas. Informe Anual. 33p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. En Lascano C y Spain, J. (Eds). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. Cali, Colombia. pp.161-185.
- Dávila C. y D. Urbano. 1996. Evaluación de ecotipos de *Leucaena leucocephala* bajo corte en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 13(5): 539-550.
- Duguma B., B. Kang y D. Okali. 1988. Effect of liming and phosphorus application on performance of *Leucaena leucocephala* in acid soil. *Plant and Soil*, 110: 57-61.

- Espinoza F., R. Tejos, E. Chacón, L. Arriojas y P. Argenti. 1996. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. I. Arquitectura. *Zootecnia Trop.*, 14(2): 215-239.
- Espinoza F., R. Tejos, E. Chacón, L. Arriojas y P. Argenti. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II. Valor nutritivo. *Zootecnia Trop.*, 16(2): 163-181.
- Espinoza F., R. Tejos, E. Chacón, L. Arriojas y P. Argenti. 1999. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. III: Utilización y consumo. *Zootecnia Trop.*, 17(2): 213-227.
- Faría J. y D. Morillo. 1997. *Leucaena*. Cultivo y Utilización en la Ganadería Tropical. Convenio de Cooperación Técnica Corpozulia-Fonaiapl-LUZ (CORFONLUZ). 150 p.
- Febles G., M. Monzote y T. E. Ruiz. 1987. La planta. En Ruiz T. y G. Febles (Eds.) *Leucaena (Leucaena leucocephala Lam de Wit)*. Una Opción para la Alimentación Bovina en el Trópico y Subtrópico. EDICA, La Habana, Cuba. 200 p.
- Iglesias J. 1998. Los Sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal en el trópico. En Clavero, T. (Ed) *Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical*. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes, Universidad del Zulia. pp. 111-122.
- Jayasundara H.P., M.D. Dennett y U.R. Sangakkara. 1997. Biological nitrogen fixation in *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* and transfer of fixed nitrogen to an associated grass. *Trop. Grass.*, 31(6): 529-537.
- Mejía C. y J. Vargas. 1993. Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes. *Livestock Res. Rural Development*, 5(3). <http://www.cipav.org.co/lrrd5/3/mejia.htm>.
- MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). 1998. Resultados del VI Censo Agrícola. Caracas, Venezuela. sn.

- Odo B.I., F.U. Omeje y J.N. Okwor. 2001. Forage species availability, food preference and grazing behavior of goats in Southeastern Nigeria. *Small Ruminant Res.*, 42(2): 161-166.
- Omokanye A.T., R.O. Balogun, O.S. Onifade, R.A. Afolayan y M.E. Olaymi. 2001. Assessment of preference and intake of browse species by Yankasa sheep at Thika, Nigeria. *Small Ruminant Res.*, 42(3): 201-208.
- Prinsen J., J. Mullaly y G. Robbins. 1992. Responses to fertilizer sulphur applied to old stands of *Leucaena*. *Trop. Grass.*, 26: 25-29.
- Sanzonowics C. y W. Couto. 1981. Efeito de cálcio, enxofre e outros nutrientes no rendimento e nodulação da *Leucaena leucocephala* em um solo de Cerrado. *Pesquisa Agrop. Bras.*, 16(6): 789-794.
- Shelton M. y R. Jones. 1994. Opportunities and limitations in *Leucaena*. En Shelton M., C. Piggins y J. Brewbaker (Eds.) *Opportunities and Limitations*. Proceedings Workshop. Bogor, Indonesia. pp. 16-22
- Siegel S. 1982. *Estadística No Paramétrica*. Trillas. México, México.
- Steel R. y J. Torrie. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2<sup>da</sup> Ed. McGraw Hill. Bogotá, Colombia.

## Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L., com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita

Liziany Müller<sup>1\*</sup>, Paulo A. Manfron<sup>2</sup>, Osmar S. Santos<sup>2</sup>, Sandro L. P. Medeiros<sup>2</sup>, Valdecir Haut<sup>1</sup>, Durval Dourado Neto<sup>3</sup>, Evandro Binotto Fagan<sup>4</sup> e Andrieli H. Bandeira<sup>5</sup>

### RESUMO

Foi realizado um experimento em ambiente protegido (túnel alto), no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, com objetivo de avaliar a produção e a composição bromatológica da forragem de milho produzida em hidroponia, identificando a densidade adequada de sementes e a data ideal de colheita. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4x2, constituídos por quatro densidades de semeadura (0,5 1,0 1,5 e 2,0 kg m<sup>-2</sup>) e duas colheitas (10 e 20 dias). Não foi observada significância (P>0,05) à interação densidade de semeadura x data de colheita para todas as variáveis analisadas. O aumento da densidade de semeadura promoveu incremento no teor de proteína bruta e redução nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. A colheita aos 10 dias permitiu maiores valores (P<0,05) de fitomassa fresca e proteína bruta, e menores valores de estatura, fitomassa seca, fibra em detergente neutro e

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). CEP 97105-900, Santa Maria, RS. Brasil. \*Direcione eletrônica: lizianym@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS. Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Produção Vegetal. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de Estadual São Paulo, Piracicaba, SP. Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós Graduação em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de Estadual São Paulo, Piracicaba, SP. Brasil.

<sup>5</sup> UFSM, Santa Maria, RS. Brasil.

lignina. A forragem hidropônica de milho pode ser cultivada com densidade de semeadura de 2 kg m<sup>-2</sup> e sua colheita podem ser realizadas aos 10 dias.

Palavras-chave: ambiente protegido, hidroponia, *Zea mays*.

### Growth and bromatologic composition of hydroponic corn fodder in different dates of harvest and sowing densities

#### SUMMARY

The experiment was conducted inside a protected environment (tunnel) at Fitotecnia Department of the Universidade Federal of Santa Maria, RS, Brazil. This work aimed to evaluate the effect of different harvest dates and sowing densities in growth and bromatological composition of hydroponic corn fodder. It was utilized the randomized experimental design. Treatments consisted of four sowing densities (0.5, 1.0, 1.5 e 2.0 kg seed/m<sup>2</sup>) and two dates of harvests (10 and 20 days after germination) distributed in 4x2 factorial scheme. It was not observed interaction (P>0.05) between sowing densities and harvest date for all variables analyzed. Increment of sowing densities increased the values of crude protein and decreased the values of neutral and acid detergent fiber and lignin. The results indicates that the harvest at 10 days showed highest values (P<0.05) of crude protein and fresh biomass and lowest values of plant height, dry biomass, neutral detergent fiber and lignin. The best characteristics of hydroponic corn fodder were verified in 2.0 kg seed/m<sup>2</sup> and harvest at 10 days after sowing.

Key words: protected environment, hydroponic system, *Zea mays*

#### INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira está baseada na alimentação a pasto, assim, em decorrência da falta de chuvas em 2004/2005, registraram-se grandes prejuízos, provocando, em alguns Estados, a morte de centenas de animais por falta de alimentação. Portanto, faz-se necessária a adoção de alternativas que visem minimizar possíveis fatores climáticos adversos. O estudo de novas tecnologias de suplementação alimentar se torna importante para que a produção animal não sofra redução nos seus índices de produtividade.

O cultivo de forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal, obtida através da germinação e crescimento inicial de

plantas a partir de sementes viáveis (FAO, 2001). Seu objetivo é suprir as necessidades nutricionais dos animais, principalmente durante épocas secas ou frias do ano, em que a baixa produção e a redução na qualidade da forragem das espécies nativas ficam aquém das exigências nutricionais.

O uso da forragem hidropônica como fonte suplementar pode aumentar a produção animal, pois suas exigências nutricionais estarão sendo atendidas, além da melhor utilização da pastagem, permitindo taxas mais alta de lotação animal, elevando a produção por área.

A forragem hidropônica se destaca por ser constituído de plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção, e elevado rendimento de fitomassa fresca, possuindo pouco conteúdo de fibras, alto teor protéico e bom digestibilidade, por se encontrar em fase inicial de formação, contendo grande quantidade de aminoácidos livres que serão facilmente aproveitados pelos animais (FAO, 2001; Sandia, 2003, Santos *et al.*, 2004). Em vários países, inclusive no Brasil, principalmente nas regiões nordeste e centro-oeste, as produções de forragem em hidroponia vêm sendo utilizadas para suplementação animal (Henriques, 2000; Santos, 2000; FAO, 2001). Na Venezuela o uso de forragem hidropônica de milho se apresenta como uma alternativa viável, econômica, segura e palatável que pode ser utilizado na nutrição de ruminantes e não ruminantes (Flores *et al.*, 2004).

Experimentos têm sido realizados com fornecimento de forragem hidropônica para animais, demonstrando que esta é uma opção eficiente na alimentação animal. Em cordeiros desmamados alimentados com forragem hidropônica de aveia, obteve-se 0,240 kg de ganho médio diário de peso e conversão alimentar de 4,68 kg alimento/ kg de peso vivo. Em vacas leiteiras o uso suplementar de forragem hidropônica permitiu incremento de 18% na produção leiteira (FAO, 2001). Espinoza *et al.* (2004) observaram maior ganho de peso em bovinos alimentados com pastagem (70%) mais forragem hidropônica de milho (30%), 1,107 kg/animal/dia, em relação aqueles alimentados só com pastagem, 0,696 kg/animal/dia.

Conforme FAO (2001), para o cultivo de forragem hidropônica, a densidade de semeadura ótima está entre 2,2 a 3,4 kg m<sup>-2</sup>. Entretanto, Pilau *et al.* (2004) ao avaliarem as densidades de semeadura 2 e 3 kg m<sup>-2</sup> na produção de forragem hidropônica de milho não observaram diferença significativa na produção de fitomassa seca, teor de proteína bruta e fibra bruta. Amorim *et al.* (2001) observaram, na produção de forragem hidropônica de milho com densidades de semeadura de 1,0 e 2,0 kg m<sup>-2</sup>, maior produção de fitomassa seca e proteína bruta para densidade de 2,0 kg m<sup>-2</sup>.

Henriques (2000) relata que, na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, entretanto colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional, e que sob condições favoráveis esta deverá ser feita entre 16 e 20 dias. Já Sandia (2003) menciona que o período de crescimento da forragem hidropônica deve compreender entre 8 a 12 dias. FAO (2001) cita que a colheita da forragem hidropônica deve ser realizada entre os 10 e 12 dias, pois a partir desse período se inicia intenso processo de perda de qualidade nutricional, mas, em certos casos, por estratégia, pode ser realizada aos 14-15 dias.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a produção e a composição bromatológica da forragem de milho produzida em sistema hidropônico, identificando a densidade adequada de sementes e a data ideal de colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em fevereiro de 2002, no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, (S 29°42' W 53°42', altitude: 95m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é subtropical úmido com verões quentes (Moreno, 1961).

A forragem hidropônica de milho foi cultivada em túnel alta modelo "Hermano" com 6 m de largura e 27 m de comprimento (162 m<sup>2</sup>), disposto no sentido norte-sul, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 micra, aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel, utilizou-se 48 canteiros de 1 m<sup>2</sup> (cada canteiro constitui-se uma unidade experimental) recobertos com filme plástico preto, estendido sobre o solo nivelado, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6 cm de altura, estaqueadas no solo. Diariamente, realizou a abertura das laterais às 8:00 h e seu fechamento às 18:00 h, exceto em dias chuvosos ou com muito vento, ocasiões em que túnel permaneceu fechado.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições para as avaliações de estatura, fitomassa fresca e seca de plantas, e três repetições para as variáveis bromatológicas: proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, hemicelulose, celulose e lignina, distribuídas em esquema fatorial 4x2, constituídos por quatro densidades de semeadura (0,5 1,0 1,5 e 2 kg m<sup>-2</sup>) e duas colheitas (10 e 20 dias).

A fim de analisar a qualidade da semente de milho adquirida no mercado local, foram enviadas amostras para o Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM, onde foi determinado o grau da pureza (99,4%), a germinação (87%) e o peso de mil sementes (303,5 g). Posteriormente, estas foram acondicionadas em baldes plásticos para o processo de pré-germinação, constituído de submersão em água por 24 horas, após escoamento da água e repouso por mais 48 horas.

A semeadura foi realizada manualmente e o mais uniforme possível, no período vespertino, com sementes de milho (*Zea mays* L.) não selecionadas, sem tratamento químico, sobre uma camada de 2 cm de substrato composto de capim-elefante seco triturado.

O sistema hidropônico adotado foi o aberto, sem reaproveitamento de solução aplicada. A solução nutritiva foi estocada em tanque de fibra de vidro com capacidade de 2000 L. Tanto a aplicação de solução nutritiva quanto a irrigação com água foram feitas através de rede de canos de PVC e mangueira preta de uma polegada, automatizada por temporizador (timer), conectado a moto-bomba com 1,0 cv de potência e sistema de irrigação por nebulização, com irrigações a cada 5 h, nos períodos mais frescos e dias nublados, e a cada 1 h nos períodos mais quentes, sempre com duração de dois minutos, perfazendo em média 3-4 Lm<sup>-2</sup> ao dia.

Logo após a semeadura, iniciou-se a irrigação com água pura durante os três primeiros dias e, posteriormente, com solução nutritiva, a qual foi composta de (mg L<sup>-1</sup>): Ca=69,7 N=105,9 P=18,9 K=129,6 Mg=15,0 S=19,5. Os micronutrientes seguiram a recomendação de Neves (2001). O ferro foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 1L 1000 L<sup>-1</sup> (Furlani e Furlani, 1988).

A estatura das plantas foi mensurada com auxílio de régua milimetrada. As análises de fitomassa seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, celulose, hemicelulose e lignina foram realizadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais / UFSM, segundo as metodologias descritas por Silva (1991) a partir de amostras colhidas em cada unidade experimental no tamanho de 0,33 m x 0,66 m, as quais continham a planta inteira com raiz e inclusive sementes não germinadas e o substrato utilizado na semeadura (capim elefante).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo as densidades de semeaduras avaliadas através da análise de regressão e as médias das colheitas comparadas entre si pelo teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada significância ( $P>0,05$ ) à interação densidades de semeadura x data de colheita para todas as variáveis analisadas.

A estatura, fitomassa fresca, fitomassa seca e a hemicelulose não foram influenciadas pela densidade de semeadura ( $P>0,05$ ), entretanto, as diferentes densidades interferiram nos valores das demais variáveis estudadas ( $P<0,05$ ) como observa-se na Figura 1.

Observou-se aumento linear para o teor de proteína bruta com o aumento da densidade (Figura 1). Conforme Isepon *et al.* (2002), o aumento da densidade de semeadura determina acréscimo significativo ( $P<0,05$ ) no teor protéico da forragem hidropônica de milho, em função do teor existente nas sementes, uma vez que estão presentes em maior quantidade. Com base nos resultados, pode-se supor que densidades de semeadura superiores a  $2,0 \text{ kg m}^{-2}$  são favoráveis ao aumento do teor protéico da forragem hidropônica; no entanto, devem ser considerados os maiores custos com a aquisição de sementes. Pilau *et al.* (2004) não obtiveram diferenças significativas no teor de fitomassa seca (20,6%) e proteína bruta (15,5%) quando trabalharam com densidades de semeadura de 2,0 e  $3,0 \text{ kg m}^{-2}$ .

Observou-se redução linear para as variáveis: FDN, FDA, celulose e lignina, com o aumento da densidade (Figura 1). Isepon *et al.* (2002) ao avaliarem os teores de FDN e FDA em forragem hidropônica de milho, também observaram redução nesses teores com aumento da densidade, sendo que para as densidades de 0,5 1,5 e  $3,0 \text{ kg m}^{-2}$ , obtiveram 81,6 77,3 e 64,9% de FDN e 56,7 49,7 e 42,5% de FDA, respectivamente. Esses resultados se devem ao fato que a maior densidade de semeadura promove maior quantidade de plantas por área, ou seja, maior adensamento, acarretando menor diâmetro de caule das plantas nessas condições devido a maior competição, resultando, assim, em menor espessamento da parede celular o que diminui os teores de FDN, FDA, celulose e lignina.

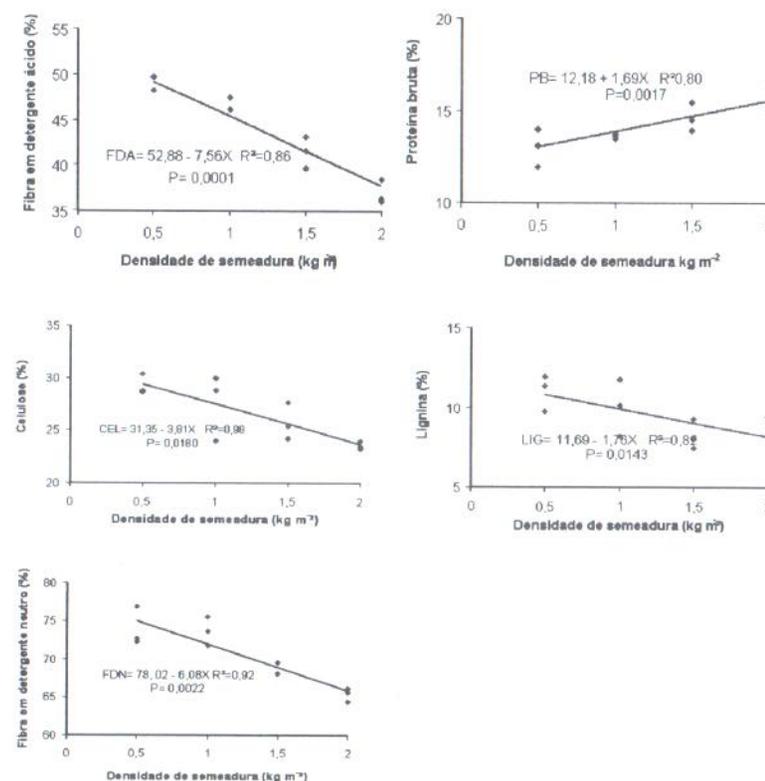


Figura 1. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para densidades de semeadura em cultivo de forragem hidropônica de milho.

A colheita aos 20 dias possibilitou maior ( $P<0,01$ ) crescimento das plantas de milho, em relação aos 10 dias (Tabela 1). O valor médio encontrado aos 20 dias (33 cm) foi similar ao observado por Roversi (2004), a qual, trabalhando com forragem hidropônica de milho produzido em túnel alto, observou estatura média de plantas de 27, 32 e 34 cm aos 9, 12 e 14 dias. Entretanto, Pereira *et al.* (2003) observaram estatura de 21 cm para o milho fertirrigado, aos 22 dias, produzido sobre substrato de casca de arroz, valor similar ao encontrado na colheita aos 10 dias (20 cm).

A produção de fitomassa fresca (FF) mostrou-se superior ( $P < 0,01$ ) aos 10 dias (Tabela 1). Aos 20 dias as plantas já estavam entrando em senescência devido ao esgotamento das reservas da semente e, principalmente, à competitividade entre plantas de maior porte, o que explicaria, em parte, o menor rendimento de fitomassa fresca neste período de colheita. Em relação aos valores de FF aos 10 dias, verificou-se semelhança aos encontrados por Roversi (2004) e Santos *et al.* (2004), os quais obtiveram valores de 14,6 e 14,0 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente, para milho hidropônico aos 14 dias após a semeadura.

Tabela 1. Estatura de planta, fitomassa fresca (FF), fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para forragem hidropônica de milho.

Colheita	Estatura cm	FF kg m <sup>-2</sup>	FS	PB	FDN %	FDA
10 dias	20	13,60	2,82	18,25	68,06	43,02
20 dias	33	9,05	2,20	10,33	72,76	44,85
F	99,85	34,35	5,50	341,52	10,04	4,25
Pr>F	0,000	0,000	0,024	0,000	0,006	0,056
CV (%)	17,84	23,73	24,00	7,34	5,17	7,73

Analisando os dados de fitomassa seca (FS), verifica-se que a colheita aos 10 dias apresenta produção superior ( $P < 0,02$ ) em relação aos 20 dias (Tabela 1). Esse decréscimo na FS deve-se também ao esgotamento das reservas da semente, aliada a maior exigência de nutrientes. Como o objetivo é cultivar forragens em estágio vegetativo inicial, não há adição de maior quantidade de nutrientes na solução nutritiva, o que ocasiona a senescência da forragem, e, portanto, a redução da FS. Esse resultado corrobora com FAO (2001) que relata que idades de colheita maiores que 10 dias seriam inconvenientes em sistema de produção de forragem hidropônica, devido à diminuição de fitomassa seca, pois se verificou no cultivo de forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, valores decrescentes 3,26 2,95 e 2,27 kg m<sup>-2</sup> FS, respectivamente.

Em relação à proteína bruta (PB), o milho apresentou maior teor ( $P < 0,01$ ) na colheita aos 10 dias (Tabela 1). Esse resultado se deve ao fato das plantas serem jovens e terem seu crescimento relacionado, principalmente, ao aumento da superfície das folhas, que são órgãos ricos em nitrogênio. Com o aumento da idade as partes estruturais (caule,

pecíolos) e de acumulação, mais pobres em nitrogênio, tornam-se preponderantes, assim as necessidades desse elemento para a síntese da biomassa são menores. Nessas condições o nitrogênio das folhas é remobilizado para as partes jovens, a fração de biomassa ativa diminui, o que acentua a diluição do nitrogênio na planta (Andriolo, 1999; Taiz e Zeiger, 2004).

Corroborando com os resultados deste estudo, Sandia (2003) relata haver, também, decréscimo no teor de PB em relação ao aumento da idade da colheita, aos 12 dias a forragem hidropônica apresenta 17,4% e aos 14 dias possui 13,4% de PB. Balieiro *et al.* (2000) e Pereira *et al.* (2003) na produção de forragem hidropônica de milho sobre substrato de capim elefante, obtiveram teores de 11,7% PB aos 16 dias e 13,1% PB aos 22 dias, respectivamente, valores próximos ao encontrado nesse estudo aos 20 dias, cujo substrato utilizado também foi capim elefante, mas bem inferior aos valores determinados aos 10 dias (18,3%).

Na formulação de dietas alimentares, a importância do teor de proteína decorre de sua essencialidade direta para o organismo animal, para fins de manutenção e produção de carne, leite e lã, assim como de forma indireta, via atividade da microbiota ruminal (Paulino, 1999). Embora seja exigido o mínimo de 7% de PB para garantir a fermentação dos carboidratos estruturais no rúmen, um valor mais alto é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal (Van Soest, 1994). Os requerimentos de proteína bruta para cordeiros recém desmamados, com 10 e 20 kg de peso vivo são de 26,2% e 16,9% de PB, novilhos em engorda 11% PB e vacas de 500 kg PV produzindo leite até 17 kg, diariamente, com 4% de gordura, são de 14% de PB (NRC, 1985 1989 1996).

Entretanto, ao se avaliar pastagem nativa, silagem de milho e sorgo, alimentos volumosos comumente utilizados na nutrição de animais, verificam-se baixos teores PB. Soares (2002), em pastagem nativa, na cidade de Eldorado do Sul - RS, no mês de março e maio, obteve teor protéico de 7,3 e 7,7% PB, respectivamente. Melo *et al.* (1999) ao avaliarem o teor de PB da silagem de 30 cultivares de milho, observaram variação de 5,9 a 8,9%. Faturi (2002) obteve 5,5 e 8,0% de PB em silagem de sorgo e milho, respectivamente, e Vargas Júnior (2000) encontrou 5,2% de PB em silagem de sorgo. Assim, os teores de proteína bruta referidos não atenderão as necessidades da dieta, portanto, a suplementação com forragem hidropônica, que possui alto valor PB (18,25% aos 10 dias), pode ser considerada excelente opção para complementar a alimentação de animais.

Menores valores de fibra em detergente neutro (FDN) ( $P < 0,01$ ) foram encontrados no milho (68,06%) aos 10 dias de colheita, em relação aos 20 dias (72,76%) (Tabela 1). Este fato decorre em consequência da maturidade das plantas, pois com o avanço do ciclo ocorre aumento no teor de lignina, espessamento e aumento da parede celular (FDN) nos tecidos da planta devido, principalmente, à diminuição da relação folha/colmo. Por sua vez o aumento do FDN diminui a digestibilidade, aumenta o tempo de retenção dos sólidos no rúmen e, em consequência, leva a menor consumo de fitomassa seca pelo animal (Wilson, 1994).

O conteúdo da fibra em detergente neutro se relaciona com a ingestão de fitomassa seca e a energia de volumosos e concentrados pelos ruminantes (Conrad *et al.* 1966). Rações contendo alto teor de FDN promovem redução na ingestão de FS total, em função da limitação provocada pelo enchimento do retículo-rúmen do animal. Entretanto, rações contendo alto teor de concentrado, com baixo nível de fibra, também podem resultar em menor ingestão total de FS, uma vez que as exigências energéticas do animal podem ser atingidas em níveis mais baixos de ingestão, além de causarem ao animal incapacidade de regular o pH e o meio ambiente ruminal (Van Soest e Mertens, 1984; Mertens, 1988).

Segundo Carvalho (2001), a redução do desempenho animal devido à menor quantidade de fibra na dieta é descrita através de uma série de eventos que se iniciam pela redução da atividade mastigatória, o que leva a menor secreção de saliva, que favorece a redução do pH ruminal, alteração do padrão de fermentação, redução da relação acetato:propionato, que, em última análise, altera o metabolismo animal, com redução do teor de gordura do leite. De acordo com o NRC (1989), as dietas de vacas em lactação devem conter, no mínimo, 25 a 28% de FDN, com 75% deste total sendo suprido por forragens. Considerando, que os concentrados mais utilizados na alimentação animal, como milho e farelo de soja possuem 11,40 e 14,20% de FDN, a utilização da forragem hidropônica seria adequada para a dieta dessa categoria animal.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para o teor de fibra em detergente ácido (FDA) (Tabela 1). Segundo Mertens (1994) a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível, pois contém maior proporção de lignina, e quanto menor seu teor (em torno de 30% ou menos) favorece o aumento no consumo de fitomassa seca pelo animal. O valor observado neste trabalho, 43,93%, apresenta-se um pouco acima do recomendado. Valores inferiores ao do presente trabalho foram observados por Amorim *et al.* (2001), os quais verificaram 35,4 39,6 e 34,6% FDA na forragem

hidropônica de milho produzida sobre substrato de bagaço de cana de açúcar hidrolisado, grama e cama de frango, respectivamente.

De acordo com a Tabela 2, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para teores de hemicelulose (26,9%) e celulose (26,6%) para as diferentes datas de colheita, no entanto, foi verificado maior ( $P < 0,01$ ) teor de lignina na colheita aos 20 dias. Esse último resultado é corroborado pela FAO (2001), onde relata, na forragem hidropônica de aveia, incremento no teor de lignina dos 7 dias (7,0%) para os 11 dias (8,1%). Amorim *et al.* (2001) observaram valores superiores de hemicelulose e celulose na forragem hidropônica de milho produzida sobre substrato de bagaço de cana de açúcar hidrolisado (32,1 e 31,3%), grama (29,4 e 31,4%) e cama de frango (28,6 e 31,6%), respectivamente.

Tabela 2. Hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) encontrados em forragem hidropônica de milho com colheita aos 10 e 20 dias.

Colheita	HEM	CEL	LIG
	----- % -----		
10 dias	26,04	26,32	7,87
20 dias	27,87	26,86	11,11
F	2,37	0,22	31,72
Pr>F	0,1430	0,6440	0,000
CV (%)	10,82	10,54	14,83

Os ruminantes são melhores conversores dos principais constituintes da FDN, celulose e hemicelulose em energia digestível, sendo a maior parte da celulose digerida no rúmen enquanto considerável porção da hemicelulose escapa sendo fermentada nos intestinos. A digestibilidade da hemicelulose está diretamente relacionada com a celulose e inversamente com a lignina. A lignina também é um componente da FDN considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras; seu teor aumenta com a maturidade fisiológica das plantas e, dependendo do grau de lignificação, dificulta o aproveitamento da celulose e hemicelulose (Van Soest, 1994).

Soares (2002) ao avaliar a pastagem nativa no RS, no meses de março e maio, obteve teores de hemicelulose (31,82 e 28,40%) e celulose (39,69 e 39,13%), respectivamente, valores superiores aos deste estudo, e teor de lignina 7,26 e 7,13%, respectivamente, valores similares aos da

colheita aos 10 dias. Vargas Júnior (2000) em silagem de sorgo obteve teores de 24,1, 26,7 e 9,1% para hemicelulose, celulose e lignina, respectivamente, valores esses intermediários aos observados entre as colheitas deste estudo.

### CONCLUSÕES

Densidade de sementeira de 2 kg m<sup>-2</sup> proporciona aumento no teor de proteína bruta e redução na fibra em detergente neutro e ácido e lignina.

A colheita aos 10 dias apresenta maior rendimento de fitomassa seca e teor de proteína bruta e menor teor de fibra em detergente neutro e lignina.

### BIBLIOGRAFIA

- Amorim A.C., K.T. Resende, A.N. Medeiros, S.D. Ribeiro e J. A. C. Araújo. 2001. Composição bromatológica e degradabilidade in situ da planta de milho (*Zea mays*) produzida por hidroponia. Anais 38<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira da Zootecnia. Piracicaba, SBZ, CD ROM.
- Andriolo J.L. 1999. Fisiologia das Culturas Protegidas. UFSM, Santa Maria. p.142.
- Balieiro G., J.J. Ferreira, A.C. Viana, M.M. Resende e J.C. Cruz. 2000. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. Anais 37<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa: SBZ, CD ROM.
- Carvalho S. 2002. Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra. Tese Doutorado em Zootecnia Universidade Federal de Viçosa.
- Conrad H.R., A.D. Pratt e J.W. Hibbs. 1966. Regulation of feed intake in dairy cows. J. Dairy Sci., 47:54-62.
- Espinoza F., P. Argenti, G. Urdaneta, C. Araque, A. Fuentes, J. Palma. e C. Bello. 2004. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. Zootecnia Trop., 22(4):303-315.

- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual técnico forraje verde hidropónico. Santiago, Chile.
- Faturi C. 2002. Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.
- Flores Z., G. Urdaneta e J. Montes. 2004. Densidad de siembra de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. Memorias 12<sup>o</sup> Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Maracay, Venezuela.
- Furlani A.M.C. e P.R. Furlani. 1988. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. Instituto Agrônomo. Campinas, Brasil.
- Henriques E.R. 2000. Manual de Produção-Forragem Hidropônica de Milho. Uberaba: FAZU.
- Isepon O.J., A.C.M. Silva, E. Matsumoto e Z.R. Campos. 2002. Produção e composição bromatológica de milho, sorgo e milheto, em diferentes densidades de sementeira. Anais 29<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife, SBZ. CD ROM.
- Melo W.M.C., R.G. Von Pinho, M.L.M. Carvalho e E.V.R. Von Pinho. 1999. Avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem na região de Lavras-MG. Ciência e Agrotecnologia, 23(1):31-39.
- Mertens D.R. 1988. Balancing carbohydrates in dairy rations. Proc. Large Herd Dairy Management Conference. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca.
- Mertens D.R. 1994. Regulation of forage intake. In Fahey Jr., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy. pp. 450-493.

- Moreno J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia.
- Neves A.L.R.A. 2001. Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. CPT, Vinosa.
- NRC (National Research Council). 1985. Ruminant Nitrogen Usage. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Paulino M.F. 1999. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. Anais I Simpósio de Produção de Gado de Corte. UFV. Viçosa, Brasil. pp.137-156.
- Pereira R.C., V.L. Banys, R.G. Costa e A.O. Manoel. 2003. Produção de milho fertirrigado em diferentes tipos de substratos. Anais 40<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Santa Maria, RS. Brasil. CD-ROM.
- Pilau F.G., A.C. Bonnacarrère, D. Schmidt, P.A. Manfron, O.S. Santos, S.L. P. Medeiros e D. Neto. 2004. Produção hidropônica de forragem em túnel plástico. Revista Norte, Rolim de Moura, 7: 111-119.
- Roversi T. 2004. Efeito do condicionamento fisiológico sobre o desempenho de sementes para a produção de forragem hidropônica. Tese Doutorado em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Brasil.
- Sandia. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. Producción de forraje verde hidropónico. Disponible: [www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf](http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf) Acesso: 06/09/2003.
- Santos O.S. 2000. Cultivos sem solo: hidroponia. Caderno Didático 01. UFSM/CCR, Santa Maria.

- Santos O.S., L. Müller, C.C. Pires, C.J. Tonetto, S.L.P. Medeiros, R.B.M. Frescura e V. Haut. 2004. Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros. Informe Técnico. UFSM/CCR, Santa Maria.
- Silva D.J. 1991. Análise de Alimentos. Métodos Químicos e Biológicos. UFV. Viçosa, MG.
- Soares A.B. 2002. Efeito da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. Tese Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 180 pp.
- Taiz L. e E. Zeiger. 2004. Fisiologia Vegetal. 3<sup>ra</sup> Ed. Artemed, Porto Alegre.
- Van Soest P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. New York.
- Van Soest P.J. e D.R. Mertens. 1984. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. Proc. Technical Symposium Monsanto. Nutrition Chemicals Division. pp.75-92.
- Vargas Júnior F.M. 2000. Consumo, digestibilidade, desempenho e parâmetros ruminais em terneiros alimentados contendo grão de milho inteiro, moído ou tratado com uréia. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Brasil.
- Wilson J.R. 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. J. Agric. Sci., 122:173-182.

## Identificación botánica y producción de frutos en un bosque decido del asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua, Venezuela

José Valero<sup>1</sup>, Miguel Benezra<sup>1\*</sup>, Selina Camacaro<sup>1</sup>, Luís Chong<sup>2</sup> y Orlando Guenni<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se colectaron muestras vegetales con el objeto de identificar botánicamente las especies leñosas presentes en un bosque decido, así como su frecuencia, densidad y el grado de diversidad dentro del bosque. El bosque en estudio se dividió en cuatro áreas diferentes: bosque no intervenido, bosque no intervenido recientemente, bosque parcialmente intervenido recientemente y bosque totalmente intervenido recientemente y en cada una se establecieron 3 transectas de 100 m x 5 m. La frecuencia y densidad se determinaron por el número de individuos de cada especie presentes en cada transecta y el grado de diversidad se estimó mediante los índices de Simpson y de Shannon. Se encontraron 32 especies botánicas diferentes, predominando la familia Leguminosae con un 37% de participación y otras 14 familias que representaron el otro 63%. Se evidenciaron diferencias en la cantidad y la frecuencia de las especies entre cada una de las áreas fisonómicas, así como diferencias entre especies en la misma área. El área con mayor densidad de especies fue el bosque no intervenido (2.780 plantas/ha). El grado de diversidad evaluado por los índices de Simpson y de Shannon resultó mayor ( $P < 0,05$ ) para el bosque no intervenido (15,1 y 4,01, respectivamente). Así, aunque todas estas comunidades tienen potencial para la alimentación animal, el bosque no intervenido parece tener el mayor potencial para la alimentación de rumiantes, por presentar mejores indicadores botánicos.

---

<sup>1</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua, Venezuela. \*Correo electrónico: benezram@intercable.net.ve

<sup>2</sup> Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua, Venezuela.

Palabras clave: bosque deciduo, producción de frutos, caracterización botánica, frecuencia, diversidad.

### Botanical identification and fruit production in a deciduous forest at Las Peñitas settlement, south of Aragua state, Venezuela

#### SUMMARY

Herbarium specimen were collected in order to identify the woody species present in a deciduous forest, as well as their frequency, density and the degree of diversity of the forest. The studied forest was divided in four different areas: no intervened forest, forest no recently intervened, forest partially intervened recently, and forest completely intervened recently, and in each area 3 experimental plots of 100 m x 5 m were set along topography gradients. The frequency and density were determined by the number of individuals of each species in the plot, and the degree of diversity was assumed by the Simpson and Shannon's indexes. There were 32 different botanical species, predominating the Leguminosae family with 37% and 14 other families that represented 63%. Differences were found in the quantity and frequency of the species among the physiognomic areas, as well as differences among species in the same area. The area with higher species density was the no intervened forest (2780 plants/ha). The degree of diversity evaluated by the Simpson and Shannon's indexes was higher ( $P < 0.05$ ) for the not intervened forest (15.1 and 4.01, respectively). Although all these communities have the potential for animal feeding, the no intervened forest seems to have the best potential for this purpose because of better botanical indicators.

Key words: deciduous forest, fruit production, botanical characterization, frequency, diversity.

#### INTRODUCCION

La mayor limitante de los sistemas ganaderos en Venezuela es la baja disponibilidad de forrajes en la época seca, debido a que estos disminuyen dramáticamente su crecimiento. El uso racional del bosque deciduo puede ser una alternativa para la alimentación de rumiantes durante este periodo, por su considerable producción de hojarasca y frutos (Baldizán y Chacón, 2001).

El estudio realizado por Molina (1998) caracterizó la zona de estudio desde el punto de vista fisonómico, encontrando que predominan los bosques bajos, los cuales representan el bosque maduro para este tipo de condiciones ecológicas, no encontrándose presencia de bosques muy altos en la zona. Entre las especies presentes en estos bosques están: Birote (*Caesalpinia mollis*), Acapro (*Tabebuia spectabilis*), Barbasco (*Pscidia guaricensis*), Melero (*Combretum fruticosum*), Roble (*Platymiscium pinnatum*), Guasimo (*Guazuma tomentosa*), Cují (*Mimosa tenuiflora*), Pardillo (*Cordia sp.*), Drago (*Pterocarpus podocarpus*) y Jobo (*Spondias mombin*). Esto evidenció la diversidad de estos bosques y su elevado potencial forrajero.

En los sistemas silvopastoriles se han identificado una gran diversidad de especies arbóreas con alto potencial para la alimentación de rumiantes. En general, se acepta que el mayor potencial para la alimentación de estos animales, se encuentra en las leguminosas.

Sin embargo, muchas especies distintas a las leguminosas son también potencialmente utilizable por los animales, dependiendo del genotipo y de las condiciones medioambientales y socioeconómicas locales (Giraldo, 1994). En estos ecosistemas, los animales actúan como consumidores de material vegetal, básicamente frutos, hojas y ramas tiernas, descartando el material lignificado. La biomasa es empleada para satisfacer sus necesidades de mantenimiento y producción, siendo los rumiantes las especies animales más eficientes en la conversión de esta biomasa foliar, gracias a las peculiaridades de su aparato digestivo y a la asociación simbiótica en el rumen con diversos microorganismos (Giraldo y Vélez, 1993).

El valor nutricional de las especies varía entre los diferentes componentes de la biomasa arbórea. Las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y tallos; la variación también se ha relacionado con la especie, con la edad y con la relación tallo/hoja del árbol. Estos árboles forrajeros pueden tener contenidos de proteína cruda superiores al 12%. En 35 especies arbóreas evaluadas, 20 de ellas mostraron mas de 60% de digestibilidad in vitro de la materia seca (Benavides, 1993).

En este estudio se evaluó la composición botánica, frecuencia, densidad de las especies vegetales y el grado de diversidad de un bosque deciduo con el fin de inferir el potencial de esta comunidad vegetal en la alimentación de rumiantes bajo sistemas silvopastoriles ubicados en la zona de colinas del sur del estado Aragua.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la parroquia Las Peñitas del municipio Urdaneta, al sur del estado Aragua, en una unidad de producción del asentamiento campesino Las Peñitas. La zona en estudio limita por el norte con la parroquia Taguay, por el sur y el este con los municipios Chaguaramas y Monagas respectivamente del estado Guárico y por el oeste con la parroquia Barbacoas. Las coordenadas geográficas aproximadas son entre 9°20'59" y 9°21'15" N y entre 66°35'16" y 66°35'33" E (Molina, 1998). La zona presenta clima tropical seco con temperaturas máximas medias que alcanzan 33°C y temperaturas mínimas medias entre 22 y 24°C, sin registrarse variaciones significativas entre años, siendo la precipitación promedio anual de 800 a 1.000 mm (Moreno *et al.*, 1995). La distribución de las lluvias se concentra en 5 ó 6 meses (mayo a septiembre), existiendo una alta evaporación, la cual supera los 2.400 mm, que provoca una carencia de agua el resto del año. Esta marcada estacionalidad de la precipitación conlleva a una producción agrícola estacional y una oferta forrajera intermitente.

En la zona se presentan una gran diversidad de suelos que se caracterizan por su distribución irregular. En la altiplanicie se observa dominancia de suelos clasificados como Vertisoles (60%), relacionados con relieves ondulados, en asociación con suelos de tipo Alfisoles (20%), ubicados en zonas fuertemente onduladas a onduladas. En pequeña proporción y en relieves ondulados y moderadamente erodados se presentan áreas con suelos tipo Ultisoles (Molina, 1998).

El bosque deciduo se inspeccionó visualmente por medio de visitas de campo y se dividió en cuatro áreas diferentes tomando en cuenta sus aspectos fisonómicos y la información histórica suministrada por el propietario, relativa a la deforestación realizada y el tiempo aproximado de la misma. Estas cuatro áreas se denominaron: bosque no intervenido (BNI), el cual no ha sido deforestado en los últimos 20 años, bosque no intervenido recientemente (BNIR), cuando la última deforestación fue ligera, selectiva y hace más de 10 años, bosque parcialmente intervenido recientemente (BPIR), cuando la intervención tiene menos de 10 años y en forma selectiva y bosque totalmente intervenido recientemente (BTIR), cuando la deforestación fue total y hace menos de 10 años.

La superficie aproximada de cada una de las parcelas delimitadas para el estudio fue de 30.000 m<sup>2</sup> para el BNI y 25.000 m<sup>2</sup> para el BNIR, BPIR y BTIR, para un total de 105.000 m<sup>2</sup>. Utilizando un diseño

completamente al azar, en cada una de estas parcelas se establecieron 3 transectas de 100 m de largo y 5 m de ancho (500 m<sup>2</sup> c/u), las cuales fueron analizadas como repeticiones.

Las muestras de herbario para la identificación botánica se colectaron de todas las especies leñosas presentes en el recorrido de las transectas, las cuales se prensaron y se secaron y fueron llevadas al Herbario del Instituto de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, para su identificación. Se determinó la frecuencia de las especies leñosas (árboles, arbustos y trepadoras) de acuerdo al número de individuos de cada especie presente en el área de la transecta, expresándola en forma absoluta (número de individuos por transecta) y relativa (% de frecuencia de la especie con respecto al total de plantas en la transecta). Utilizando los valores de la frecuencia absoluta por especie en las transectas y conociendo el área de muestreo, se estimó la densidad de cada una de ellas, expresándola como plantas/ha (Smith, 1996).

Se evaluó también la producción de frutos por planta en las cuatro especies que por experiencia local señalada por el propietario son más consumidas por los rumiantes (*Caesalpinia granadillo*, *Acacia macracantha*, *Caesalpinia coriaria* y *Senna atomaria*). Para ello se colectó el total de los frutos caídos al suelo durante la época seca en 5 plantas por especie. La producción de frutos por hectárea se estimó usando los valores anteriores y la densidad de la especie en las diferentes áreas fisonómicas.

El grado de diversidad de la cobertura vegetal leñosa se estimó mediante el índice de Simpson (Simpson, 1949) y la fórmula de Shannon (Shannon y Wiener, 1963).

El índice de diversidad de Simpson se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$D = N(N-1) / (\sum ni(ni-1))$$

donde:

D = índice relativo de diversidad.

ni = número de individuos o plantas de una especie

N = número de plantas total de la muestra.

El índice de Shannon se calculó por la siguiente ecuación:

$$H = 3,22 [\log_{10}n - (1/n \sum ni \log_{10}ni)]$$

donde:

H = índice relativo de diversidad.

n = número total de individuos de todas las especies en la muestra

ni = número total de individuos de cada especie

Los resultados obtenidos por los dos índices anteriores fueron analizados por el método de los cuadrados mínimos en un análisis de varianza, utilizando el Programa Statistix for Windows. Para la comparación de medias entre áreas muestreadas se utilizó la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias importantes en el aspecto fisonómico entre el BNI y el BTIR entre si y con las otras áreas, no resultando evidentes las diferencias entre el BNIR y el BPIR. Estas dos últimas se separaron solo en función de la reseña histórica señalada por el productor. En el BNI se observaron árboles de gran tamaño con copas densas, así como una proporción de plantas jóvenes relativamente menor, presentándose una densidad menor de la vegetación en los estratos más bajos. En el BTIR no se observaron árboles de gran tamaño, pero la cobertura de la vegetación fue mayor, así como el sotobosque más desarrollado. Los BNIR y BPIR mostraron un aspecto similar entre ellos con características intermedias a las descritas anteriormente.

Se identificaron 15 familias, representando la familia Leguminosae el 37% del total de las familias presentes; las otras 14 familias identificadas variaron entre 3 y 10%. Pezo (1994) señala que la familia Leguminosae es importante en la alimentación animal, cuyos árboles y arbustos además tienen naturaleza multipropósito. Estas plantas por muchos años han jugado un papel preponderante en los sistemas agroforestales y silvopastoriles presentes en el trópico, incluso lejos de sus regiones de origen. Clavero (1996) indica que el uso de leguminosas arbóreas con alto potencial productivo y valor nutritivo, se presenta como una solución económicamente viable y socialmente aceptada para incrementar la productividad animal en las regiones tropicales. No obstante, Guelmes (1996) reportó que existen una gran cantidad de especies arbóreas que no son leguminosas, pero que han sido identificadas igualmente como útiles para la alimentación de rumiantes y de monogástricos.

Por otro lado, este bosque se podría caracterizar como una comunidad vegetal con diversidad botánica y multiestratificada, lo cual se podría relacionar con mejores cualidades productivas y por lo tanto, con mayores posibilidades para el desarrollo de una variedad de sistemas de producción animal. Igualmente, la estratificación de los recursos disponibles pudiera propiciar una menor incidencia de la alteración del bosque como consecuencia de la deforestación para establecer nuevas comunidades vegetales (Baldizán y Chacón, 2001). Esto coincide con la opinión de Plaza y Sepúlveda (1996), quienes señalaron que los sistemas productivos deben estar diseñados sobre la base de la conservación de los recursos naturales y productividades sustentables. Se observaron diferencias visuales importantes en el aspecto fisonómico entre el BNI y el BTIR y con las otras áreas, no resultando evidentes las diferencias entre el BNIR y el BPIR, las cuales sólo fue posible separar en función de la reseña histórica señalada por el productor.

En el BNI se observaron árboles de gran tamaño con copas densas, así como una proporción de plantas jóvenes relativamente menor, presentándose una densidad menor de la vegetación en los estratos más bajos. En el BTIR no se observaron árboles de gran tamaño, la densidad de la vegetación fue mayor, así como un sotobosque más desarrollado. Los BNIR y BPIR mostraron un aspecto similar entre ellos con características intermedias a las descritas anteriormente.

En el Cuadro 1 se presentan las 32 especies botánicas identificadas y las familias a las cuales pertenecen, en las cuatro áreas bajo estudio. Un total de 7 especies botánicas estuvieron presentes en todas las áreas evaluadas, persistiendo por lo tanto a la intervención del bosque. Especies como *Hecastemum guazumaefolium*, *Pereskia guamacho* y *Tabebuia serratifolia*, entre otras, parecieran tener una mayor resistencia natural, al tolerar mejor los cambios producidos en el ecosistema como consecuencia de la deforestación y la presencia de los animales. Así mismo, 11 especies se encontraron en 3 de las 4 áreas fisonómicas. De este total, 8 especies fueron encontradas en el BNI, BNIR y BPIR. Las otras 3 especies fueron encontradas también en el BNI y en el BNIR, pero a diferencia del grupo anterior fueron encontradas igualmente en el BTIR, con lo cual se puede inferir que dichas especies también son relativamente persistentes a un nivel alto de intervención. Se encontraron 4 especies presentes solo en 2 de las áreas estudiadas, distribuyéndose de forma irregular. Las especies *Spondias mombin* y "cedro" (no identificada), se encontraron en el BNI y el BNIR, mientras que *Guazuma tomentosa* se encontró solo en el BNI y el BTIR. La especie *Zizyphus saeri* fue encontrada solo en el BNI y el BPIR.

Cuadro 1. Especies presentes en las diferentes áreas fisionómicas del bosque deciduo con grado variable de intervención

Especies		Área Fisionómica†				
Nombre Científico	Nombre Común	Familia	BNI	BNIR	BPIR	BTIR
<i>Acacia articulata</i>	Jala p' atrás	Leguminosae	•			•
<i>Acacia glomerata</i>	Tiamo	Leguminosae	•			
<i>Acacia macracanta</i>	Cuji Yaque	Leguminosae	•	•	•	•
<i>Apidosperma cuspa</i>	Cupa	Apocynaceae	•	•	•	
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	Picapica	Malpighaceae	•	•	•	
<i>Bourreria cumanenses</i>	Guatacaro	Boraginaceae	•	•	•	•
<i>Caesalpineia cortaria</i>	Divi-divi	Leguminosae		•	•	•
<i>Caesalpineia granadillo</i>	Granadillo	Leguminosae	•	•	•	
<i>Caesalpineia mollis</i>	Birote	Leguminosae	•	•	•	
<i>Capparis flexuosa</i>	Vela de muerto	Capparidaceae	•	•	•	
<i>Casearia sp.</i>	Candelito	Flacourteaceae	•	•	•	•
<i>Chloroleucon mangense</i>	Quebrajacho	Leguminosae	•	•	•	•
<i>Coccoloba latifolia</i>	Uvero	Polygonaceae	•			
<i>Cordia dentata</i>	Tarare	Boraginaceae	•	•		•
<i>Cordia exalata</i>	Caujaro	Boraginaceae	•			
<i>Crateva tapia</i>	Toco	Capparidaceae	•			
<i>Guazuma tomentosa</i>	Guacimo	Sterculiaceae	•			•
<i>Hecastotemum guazumaefolium</i>	Lagunero	Flacourteaceae	•	•	•	•
<i>Lecythis ollaria</i>	Coco de mono	Lecythidaceae	•			
<i>Machaerium sp.</i>	Bejuco de sangre	Leguminosae	•	•	•	
<i>Malpighia coccigera</i>	Cersa	Malpighaceae	•	•	•	
<i>Pereskia guamacho</i>	Guamacho	Cactaceae	•	•	•	•
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	Drago	Leguminosae	•	•	•	
<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola	Leguminosae	•	•		•
<i>Senna oxyphylla</i>	Cigarrón	Leguminosae				•
<i>Simira klugei</i>	Paraguatan	Rubiaceae	•			
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	•	•		
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Acapro	Bignoneaceae	•	•	•	•
<i>Talisia olivaeformis</i>	Cotoprix	Sapindaceae	•			
<i>Zizyphus saeri</i>	Cana	Rhamnaceae	•		•	
No identificada	Cedro	-	•	•		
No identificada	Vera de agua	-	•			

† BNI: Bosque no intervenido. BNIR: Bosque no intervenido recientemente. BPIR: Bosque parcialmente intervenido recientemente. BTIR: Bosque totalmente intervenido recientemente.

Cuadro 2. Frecuencias absoluta (Fa) y relativa (Fr) de las especies leñosas presentes en el bosque no intervenido (BNI).

Especie	Fa n	Fr %
<i>Caesalpineia granadillo</i>	4,3	3,1
<i>Talisia olivaeformis</i>	3,0	2,2
Vera de agua (No identificada)	3,0	2,2
<i>Lecythis ollaria</i>	3,7	2,7
<i>Chloroleucon mangueense</i>	4,0	2,8
<i>Acacia macracanta</i>	8,0	5,8
<i>Senna atomaria</i>	3,3	2,4
<i>Capparis flexuosa</i>	2,3	1,6
<i>Acacia glomerata</i>	2,7	1,9
<i>Hecastotemum guazumaefolium</i>	15,0	11,3
<i>Pereskia guamacho</i>	3,0	2,1
<i>Bourreria cumanenses</i>	1,7	1,1
Cedro (No identificada)	1,7	1,1
<i>Apidosperma cuspa</i>	3,7	2,5
<i>Machaerium sp.</i>	3,0	2,1
<i>Coccoloba latifolia</i>	2,7	1,9
<i>Zizyphus saeri</i>	2,3	1,6
<i>Malpighia coccigera</i>	9,3	6,6
<i>Casearia sp.</i>	12,7	9,3
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	0,3	0,3
<i>Guazuma tomentosa</i>	16,7	12,1
<i>Cordia exalata</i>	2,7	1,9
<i>Cordia dentata</i>	3,7	2,5
<i>Simira klugei</i>	18,0	13,0
<i>Tabebuia serratifolia</i>	2,7	1,8
<i>Spondias mombin</i>	1,0	0,7
<i>Caesalpineia mollis</i>	2,7	2,0
<i>Crateva tapia</i>	0,7	0,4
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	1,3	0,9

La causa de esta aparente variabilidad en la ubicación de estas especies no está determinada, pero es probable que estas encuentren condiciones favorables en algunas de las áreas para su desarrollo y no en otras. El último grupo, representado por aquellas especies presentes en una sola de las áreas, se encuentra conformado por 10 especies. De ellas, 8 (Cuadro 1) se encontraron presentes solamente en el BNI lo que pareciera indicar que dichas especies no persisten en la medida que el bosque primario es intervenido. Esto se debe, posiblemente, a una menor capacidad de competir en comunidades en sucesión, lo cual implicaría una pérdida neta de biodiversidad, de frutos y de recursos forrajeros que pudieran ser utilizados en la alimentación de los rebaños bovinos, en aquellos bosques que han sido

alterados por el hombre. Las otras 2 especies (*Acacia articulata* y *Senna oxyphylla*), se encontraron sólo en el BTIR, lo que permite inferir que su aparición es producto de la intervención y que la deforestación de los bosques contribuiría a su mayor crecimiento poblacional.

En el Cuadro 2 se observa la frecuencia relativa y absoluta de las 29 especies encontradas en el BNI, evidenciándose resultados variables entre ellas. Las especies *Hecatostemum guazuamefolium*, *Casearia sp.*, *Guazuma tomentosa* y *Simira kluguei* presentaron valores de frecuencia relativa de 11, 9, 12 y 13%, respectivamente. Veintiún (21) especies presentaron valores entre 1 y 7% y las especies *Pterocarpus podocarpus*, *Crateva tapia*, *Spondias mombin* y *Banisteriopsis cornifolia* mostraron una frecuencia muy baja, con valores menores al 1%. Algunas de estas especies fueron reportadas como plantas consumidas por los ovinos por Baldizán y Chacón (2001), quienes indicaron que las plantas más consumidas por los caprinos en el bosque seco caducifolio fueron las hojas del árbol *Bourreria cumanensis* y del arbusto *Senna oxyphylla*. Los frutos secos predilectos, según los mismos autores, fueron de las especies *Caesalpineia coriaria* y *Caesalpineia granadillo*, mientras que los frutos pulposos predilectos fueron los de *Spondias mombin* y *Copernicia tectorum*. Todas estas especies a excepción de la palma llanera se encontraron en el BNI y en otras áreas fisonómicas del bosque deciduo en estudio.

Para el bosque no intervenido recientemente (BNIR), los valores de frecuencia de las 20 especies encontradas se presentan en el Cuadro 3. Se observó una menor cantidad de especies y una mayor concentración de la frecuencia relativa en un menor número de ellas. Las especies *Apidosperma cuspa* y *Casearia sp.*, representaron alrededor del 60% del total de las plantas presentes en este sector del bosque deciduo. El otro 40% recogió a las 18 especies restantes. Es importante resaltar que en la disminución del número de especies presentes se podrían conjugar una serie de factores, que probablemente imposibiliten la sobrevivencia de algunas de ellas, lo cual traería como consecuencia su desaparición. Dichos factores pudieran estar relacionados de nuevo con la intervención y deforestación.

Baldizán y Chacón (2001) señalan que el factor antrópico, especialmente el ejercido en las actividades ganaderas como el desmonte, quema y sobrepastoreo, ha influido negativamente en el ecosistema, provocando la destrucción de la vegetación clímax que anteriormente estaba dominada por selvas o bosques deciduos más o menos cerrados o densos.

Cuadro 3. Frecuencias absoluta (Fa) y relativa (Fr) de las especies leñosas presentes en el bosque no intervenido recientemente (BNIR).

Especie	Fa n	Fr %
<i>Caesalpineia granadillo</i>	2,3	2,1
<i>Chloroleucon manguense</i>	6,7	5,6
<i>Acacia macracanta</i>	1,3	1,0
<i>Senna atomaria</i>	0,7	0,6
<i>Capparis flexuosa</i>	3,0	2,1
<i>Hecatostemum guazuamefolium</i>	0,3	0,2
<i>Pereskia guamacho</i>	8,0	6,5
<i>Bourreria cumanensis</i>	6,7	5,6
Cedro (No identificada)	0,3	0,3
<i>Apidosperma cuspa</i>	42,3	37,9
<i>Machaerium sp.</i>	1,0	1,0
<i>Malpighia coccigera</i>	2,3	1,9
<i>Casearia sp.</i>	24,3	19,9
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	2,0	1,8
<i>Cordia dentata</i>	2,7	2,3
<i>Tabebuia serratifolia</i>	8,0	6,3
<i>Spondias mombin</i>	1,7	1,3
<i>Caesalpineia mollis</i>	2,7	2,2
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	0,7	0,5
<i>Caesalpineia coriaria</i>	1,0	0,9

En el Cuadro 4 se presentan los valores obtenidos de frecuencia relativa y absoluta en el bosque parcialmente intervenido recientemente (BPIR). Se observó que la intervención del bosque, producto de la deforestación, disminuyó aún más la cantidad de especies botánicas presentes en el área. En este caso, sólo se observaron 17 especies y la distribución se concentró mayormente en *Apidosperma cuspa* (28,7%) y *Tabebuia serratifolia* (15,5%); las otras 15 especies representaron 55% de la frecuencia relativa, resaltando entre ellas 4 especies con valores cercanos al 10% (*Caesalpineia granadillo*, *Chloroleucon manguense*, *Pereskia guamacho* y *Casearia sp.*). Veillon (1995), en estudios realizados en un bosque deciduo, encontró que las especies con mayor proporción de número de árboles son *Cereus spp.* y *Pereskia spp.* (Cactaceae) con 8% y el Jobo (*Spondias mombin*) con 3%.

Cuadro 4. Frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr) de las especies leñosas presentes en el bosque parcialmente intervenido recientemente (BPIR).

Especie	Fa n	Fr %
<i>Caesalpinea granadillo</i>	13,7	10,8
<i>Chloroleucon manguense</i>	13,7	11,8
<i>Acacia macracanta</i>	0,7	0,6
<i>Capparis flexuosa</i>	3,7	3,1
<i>Hecatostemum guazumaefolium</i>	2,0	1,5
<i>Pereskia guamacho</i>	11,3	9,6
<i>Bourreria cumanenses</i>	1,3	1,3
<i>Apidosperma cuspa</i>	34,7	28,7
<i>Machaerium sp.</i>	0,3	0,2
<i>Zizyphus saeri</i>	0,3	0,3
<i>Malpighia coccigera</i>	2,0	1,9
<i>Casearia sp.</i>	12,3	9,9
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	1,0	0,9
<i>Tabebuia serratifolia</i>	19,7	15,5
<i>Caesalpineia mollis</i>	0,7	0,6
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	0,7	0,5
<i>Caesalpineia coriaria</i>	3,3	2,7

La disminución del número de especies se hace más perceptible en el bosque totalmente intervenido recientemente (BTIR), cuya composición botánica se presenta en el Cuadro 5. En este bosque solo se encontraron 13 especies, entre las cuales *Senna oxyphylla* y *Acacia macracanta* representaron casi el 71% de frecuencia relativa (50 y 21%, respectivamente). Las intervenciones bióticas dentro del bosque clímax, al desagregar el suelo y exponer a la luz solar directa parte del suelo, pueden permitir o en alguna forma facilitar la penetración de especies heliófilas del bosque espinoso tropical (Veillon, 1995). Esto ayudaría a explicar la presencia de especies armadas de forma predominante en éste tipo de bosque, como *Pereskia guamacho*, *Acacia macracanta* y *Acacia articulata*. El mismo autor indicó que las especies más abundantes encontradas en el bosque muy seco tropical intervenido, propias del bosque espinoso son los cardones (*Cereus spp.*), los cujies (*Acacia spp.*) y el divi-divi (*Caesalpineia coriaria*).

Al comparar las distintas áreas fisonómicas (BNI, BNIR, BPIR, BTIR) del bosque deciduo en estudio, se observó que existen diferencias importantes ( $P < 0,05$ ) en la cantidad de especies leñosas presentes. En el BNI

se observó el mayor número de especies (29 especies), disminuyendo estas a medida que el bosque fue sometido a algún tipo de intervención. En el BNIR disminuyó a 20 especies y en el BPIR el número de especies observadas fueron solamente 17. En el BTIR el número de especies presentes se redujo considerablemente, encontrándose solo 13 especies. Lo anterior trajo como consecuencia que la frecuencia relativa se distribuyera en un menor número de especies. En el BNI el 55% de la frecuencia relativa se distribuyó en 25 especies de las 29 existentes; en cambio, en el BTIR el 70% de esta frecuencia estuvo representado por sólo 2 especies de las 13 existentes.

Cuadro 5. Frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr) de las especies leñosas presentes en el bosque totalmente intervenido recientemente (BTIR).

Especies	Fa n	Fr %
<i>Chloroleucon manguense</i>	3,7	3,9
<i>Acacia macracanta</i>	19,0	20,9
<i>Senna atomaria</i>	0,3	0,3
<i>Hecatostemum guazumaefolium</i>	1,3	1,4
<i>Pereskia guamacho</i>	0,7	0,9
<i>Bourreria cumanensis</i>	7,0	7,3
<i>Casearia sp.</i>	0,7	0,9
<i>Guazuma tomentosa</i>	2,3	2,8
<i>Cordia dentata</i>	0,3	0,4
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,7	0,7
<i>Acacia articulata</i>	10,3	10,7
<i>Senna oxyphylla</i>	49,3	49,5
<i>Caesalpineia coriaria</i>	0,3	0,3

El progreso ordenado de una sucesión primaria puede ser interrumpido o hacerse reversible por fuerzas naturales o artificiales (Cronquist, 1974). En el caso del bosque deciduo estudiado, la sucesión primaria, entendiéndose por ella el desarrollo de la comunidad vegetal natural hacia la comunidad clímax, fue interrumpida por efecto de la deforestación, posiblemente dando origen a una sucesión secundaria diferente en composición botánica. En las diferentes áreas evaluadas es notorio el efecto de la intervención sobre la diversidad botánica y la frecuencia de las especies, siendo mayor este efecto cuando la ocurrencia del evento fue mas reciente. Cronquist (1974) explicó que las sucesiones en campos abandonados son sucesiones secundarias y que las primeras plantas que invaden el campo por lo general son hierbas anuales. Después de uno o varios años las hierbas anuales dejan paso a las hierbas perennes y estas a su

vez dejan el lugar regularmente en unos cuantos años a otras plantas, ya sean árboles, arbustos u otras hierbas.

Cuadro 6. Densidad de las especies presentes en las diferentes áreas fisonómicas del bosque con grado variable de intervención

Especie	Área fisonómica			
	BNI†	BNIR	BPIR	BTIR
	----- plantas/ha -----			
<i>Caesalpinea granadillo</i>	86,7	46,7	273,3	-
<i>Talisia olivaeformis</i>	60,0	-	-	-
Vera de agua (No identificada)	60,0	-	-	-
<i>Lecythis ollaria</i>	73,3	-	-	-
<i>Chloroleucon manguense</i>	80,0	133,3	273,3	73,3
<i>Acacia macracanta</i>	160,0	26,7	13,3	380,0
<i>Senna atomaria</i>	66,7	13,3	-	6,7
<i>Caparis flexuosa</i>	46,7	60,0	73,3	-
<i>Acacia glomerosa</i>	53,3	-	-	-
<i>Hecatostemum guazumaefolium</i>	300,0	6,7	40,0	26,7
<i>Pereskia guamacho</i>	60,0	160,0	226,7	13,3
<i>Bourreria cumanensis</i>	33,3	133,3	26,7	140,0
Cedro (No identificada)	33,3	6,7	-	-
<i>Apidosperma cuspa</i>	73,3	846,7	693,3	-
<i>Machaerium sp.</i>	60,0	20,0	6,7	-
<i>Cocoloba latifolia</i>	53,3	-	-	-
<i>Zizyphus saeri</i>	46,7	-	6,7	-
<i>Malpighia coccigera</i>	186,7	46,7	40,0	-
<i>Casearia sp.</i>	253,3	486,7	246,7	13,3
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	6,7	40,0	20,0	-
<i>Guazuma tomentosa</i>	333,3	-	-	46,7
<i>Cordia exalata</i>	53,3	-	-	-
<i>Cordia dentata</i>	73,3	53,3	-	6,7
<i>Simira kluguei</i>	360,0	-	-	-
<i>Tabebuia serratifolia</i>	53,3	160,0	393,3	13,3
<i>Spondias Bombin</i>	20,0	33,3	-	-
<i>Caesalpineia mollis</i>	53,3	53,3	13,3	-
<i>Crateva tapia</i>	13,3	-	-	-
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	26,7	13,3	13,3	-
<i>Acacia articulata</i>	-	-	-	206,7
<i>Senna oxyphylla</i>	-	-	-	986,7
<i>Caesalpineia coriaria</i>	-	20,0	66,7	6,7
Total	2.779,8	2.360,0	2.426,6	1.920,1

† BNI: Bosque no intervenido. BNIR: Bosque no intervenido recientemente. BPIR: Bosque parcialmente intervenido recientemente. BTIR: Bosque totalmente intervenido recientemente.

Con respecto a la densidad de las especies presentes en las diferentes áreas de este bosque, los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 6. En el BNI, la especie con mayor densidad fue *Simira kluguei* (360 plantas/ha) siguiendo a ésta, las especies *Guazuma tomentosa*, *Hecatostemum guazumaefolium* y *Casearia sp.*, con valores de 333, 300 y 253 plantas/ha, respectivamente. En el BNIR la especie con mayor densidad fue *Apidosperma cuspa*, con un valor aproximado de 846 plantas/ha. Según la experiencia local sus frutos son consumidos por los vacunos. En orden descendente de importancia, se encontraron las especies *Banisteriopsis cornifolia* (487 plantas/ha), *Tabebuia serratifolia* (160 plantas/ha) y *Bourreria cumanensis* (133 plantas/ha). En el BPIR, nuevamente la especie *Apidosperma cuspa* se encontró con mayor densidad, estando presentes alrededor de 693 plantas/ha, seguida por las especies *Tabebuia serratifolia* (393 plantas/ha), *Chloroleucon manguense* (273 plantas/ha) y *Casearia sp.* (247 plantas/ha).

En el BTIR, las especies con mayor densidad se encuentran asociadas a la deforestación y al posterior abandono del campo, lo cual conlleva a una sucesión secundaria, con predominio de *Senna oxyphylla*, *Acacia macracanta* y *Acacia articulata* (987, 380 y 206 plantas/ha, respectivamente). El BNI fue el área con mayor densidad de plantas por hectárea (2.780 plantas/ha), lo cual estaría indicando una mayor posibilidad de obtener follaje y frutos para la alimentación de rumiantes al estar asociada a un menor grado de intervención. Además, en este bosque la presencia de la familia Leguminosae es alta, y en su mayoría producen frutos durante la época seca, los cuales son consumidos por los rumiantes, aunque la menor densidad se observó en el BTIR (1.920 plantas/ha), el potencial forrajero de este bosque sigue siendo de interés, dada la presencia de especies con alta producción de frutos, como *Acacia macracanta*.

La producción de frutos para las cuatro especies de leguminosas mas consumidas por los rumiantes de acuerdo a la experiencia local se muestra en el Cuadro 7. Se observaron diferencias en la producción de frutos por especie entre áreas ( $P < 0,05$ ), debido a que la densidad de la especie en cada área fue diferente. Las variaciones en la densidad de especies podrían estar relacionadas con factores que afectan la composición botánica de las áreas, como son la intervención del bosque y la dinámica particular de cada especie. La intervención trae como consecuencia la aparición de especies leguminosas típicas de zonas deforestadas como *Acacia macracanta*, *Senna oxyphylla* y *Senna atomaria*, y la dinámica individual puede estar relacionada con las condiciones climáticas, edáficas o endógenas de la planta, las cuales afectan el desarrollo de la especie en un área determinada. Castro y Magallanes (1993) señalaron que cada especie tiene una dinámica

particular que puede verse afectada por las condiciones climáticas o factores endógenos, los cuales influyen sobre la ocurrencia de los estadios reproductivos y por ende su supervivencia a largo plazo.

Cuadro 7. Producción estimada de frutos por planta y por hectárea durante la época seca de algunas leguminosas presentes en el bosque deciduo

Especie	Frutos kg/planta	Area fisonómica			
		BNI†	BNIR	BPIR	BTIR
		kg/ha			
<i>Caesalpinea granadillo</i>	8,0 ± 4,1	693,6	373,6	2.186,4	-
<i>Acacia macracanta</i>	11,8 ± 5,9	1.894,4	316,1	157,5	4.499,2
<i>Caesalpinea coriaria</i>	7,3 ± 1,2	-	145,6	485,6	48,8
<i>Senna atomaria</i>	10,2 ± 3,3	681,7	135,9	-	68,5
Total	-	3.269,7	971,3	2.829,4	4.616,5

† BNI: Bosque no intervenido. BNIR: Bosque no intervenido recientemente. BPIR: Bosque parcialmente intervenido recientemente. BTIR: Bosque totalmente intervenido recientemente.

La mayor producción de frutos se obtuvo para *Acacia macracanta* en el BTIR (4.500 kg/ha), debido a su mayor densidad poblacional. Esta especie es característica de los campos abandonados en sucesión secundaria. La otra especie importante fue *Caesalpinea granadillo* en el BPIR, con un valor cercano a los 2.200 kg/ha. La cantidad de frutos producidos en el BTIR fue mayor que en el BNI para las especies estudiadas. No obstante, el bosque no intervenido debería tener una producción de frutos y follaje mayor a la señalada, al considerar todas las especies presentes, ya que de las 29 especies existentes solo fueron evaluadas 4 de ellas.

En el Cuadro 8 se presentan los índices de diversidad para las zonas evaluadas. Para el índice de Simpson, el mayor grado de diversidad se observó en el BNI (15,1), con diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) con respecto a los del BNIR (5,07), BPIR (6,47) y BTIR (3,15). No se observaron diferencias significativas ( $P > 0,001$ ) entre el BPIR y el BTIR. El BNI presentó una mayor cantidad de especies y un mayor número de individuos. Estas especies son principalmente productoras de frutos y forraje en distintas épocas del año y pueden ser utilizados cuando las deficiencias

alimenticias son más críticas, pudiendo constituirse en una fracción importante de la dieta de los animales.

Cuadro 8. Índices de diversidad de especies en las cuatro áreas fisonómicas evaluadas del bosque deciduo.

Área	Índice	
	Simpson†	Shannon
BNI	15,17 ± 4,16 <sup>a</sup>	4,01 ± 0,29 <sup>a</sup>
BNIR	5,07 ± 1,53 <sup>b</sup>	2,80 ± 0,39 <sup>b</sup>
BPIR	6,47 ± 0,53 <sup>b</sup>	2,92 ± 0,14 <sup>ab</sup>
BTIR	3,15 ± 0,89 <sup>b</sup>	2,00 ± 0,35 <sup>b</sup>

† BNI: Bosque no intervenido. BNIR: Bosque no intervenido recientemente. BPIR: Bosque parcialmente intervenido recientemente. BTIR: Bosque totalmente intervenido recientemente.

En cuanto al índice de Shannon, la variación en la diversidad de especies entre las diferentes áreas del bosque se comportó de manera similar. El BNI presentó el mayor índice de diversidad (4,01), resultando estadísticamente diferente ( $P < 0,001$ ) al BNIR y al BTIR, los cuales presentaron un índice de diversidad menor (2,80 y 2,0, respectivamente). El BPIR no difirió estadísticamente de los demás grupos.

## CONCLUSIONES

1. En este bosque deciduo se identificaron 32 especies botánicas, correspondientes a 15 familias, resultando la mayor cantidad de ellas de la familia Leguminosae.
2. El número de especies y la biodiversidad en las diferentes áreas del bosque deciduo disminuyó a medida que el grado de intervención fue mayor.
3. La frecuencia al igual que la densidad varió en las diferentes áreas fisonómicas evaluadas, encontrándose diferencias en el número de especies y su frecuencia.
4. La producción de frutos caídos al suelo fue importante en las cuatro especies evaluadas, siendo mayor para la especie *Acacia macracanta*.

5. El mayor grado de diversidad se observó en el bosque no intervenido, para los índices de Simpson y Shannon, encontrándose diferencias entre este y las otras áreas (BNIR, BPIR, BTIR).

### BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado H. 1999. Composición florística preliminar, estructura y dinámica de la caída de la hojarasca de una selva estacional de los alrededores de Cuyagua, Parque Nacional Henri Pittier. Estado Aragua, Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 159 p.
- Baldizán A. y E. Chacón. 2001. Utilización de especies naturales del bosque seco tropical por pequeños rumiantes a libre pastoreo. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Maracay, Venezuela. pp 59-79.
- Benavides J. 1994. Investigación en árboles forrajeros I. Curso intensivo sobre Técnicas Agroforestales con énfasis en la Medición de Parámetros Biológicos y Socioeconómicos. Contribuciones de los participantes. CATIE. Costa Rica. 18 p.
- Castro M. y A. Magallanes. 1993. Caracterización florística y algunos aspectos fenológicos de las angiospermas presentes en el cardonal-espinal del sendero Cata-Catica del Parque Nacional Henri Pittier (estado Aragua). Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 241 p.
- Clavero T. 1996. Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Vegetal. En Clavero T. (Ed) Leguminosas Forrajeras Arbóreas: Sus Perspectivas para el Trópico Americano. Fundación Polar. Maracaibo, Venezuela. pp 1-16.
- Cronquist A. 1974. Introducción a la Botánica. Harper & Row. CECSA. España. 800 p.
- Guelmes L. 1996. Rol de los árboles y arbustos multipropósito en las fincas ganaderas. En Clavero T. (Ed) Leguminosas Forrajeras Arbóreas: Sus Perspectivas para el Trópico Americano. Clavero T., Ed. Fundación Polar. Maracaibo, Venezuela. pp 41-47.

- Giraldo A. y G. Vélez. 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industrias de Producción Agropecuaria. *Azoocea* 1 (3): 27-31.
- Giraldo A. 1994. Elementos de evaluación integral en sistemas silvopastoriles. Seminario sobre Agroforestería. Una Alternativa Alimenticia para Rumiantes en el Trópico. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 76 p.
- Molina C. 1998. Estudio del uso actual de la tierra y cobertura vegetal. Parroquia Las Peñitas. Municipio Urdaneta, Sur de Aragua. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 154 p.
- Moreno A., M. Martelo y Z. Vivas. 1995. Agroclimatología del estado Aragua. Convenio CONICIT-UCV-MARNR. Sistema Cooperativo de Información Agrometeorológica. Maracay, Venezuela. 107 p.
- Plaza O. y S. Sepúlveda. 1996. Desarrollo Sostenible: Metodología para el Diagnóstico Microrregional. IICA. Serie de Publicaciones Misceláneas. San José, Costa Rica. 101 p.
- Pezo D. 1994. Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas. Algunas experiencias en el trópico húmedo. IV Jornadas de Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela. pp 113-140.
- Shannon C.E. y W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communications. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Simpson E. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688-730.

## Niveles de metales pesados en gónadas y músculo aductor del mejillón marrón, *Perna perna*, cultivado en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela

Isabel Castillo<sup>1\*</sup>, Vanesa Acosta<sup>2</sup>, Gregorio Martínez<sup>3</sup> y Maximiano Núñez<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se compararon las concentraciones de los metales pesados Cu, Cr, Fe, Pb, Zn, Cd, Ni y Mn en gónadas y músculo aductor del mejillón marrón (*Perna perna*), una vez alcanzada la talla comercial ( $74,02 \pm 23,05$  mm) de un cultivo piloto, en la Ensenada de Turpialito (Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela), con la finalidad de determinar la capacidad de acumulación de estos metales pesados en los tejidos y verificar si estos organismos son óptimos para el consumo humano. Los metales en cada tejido fueron analizados mediante espectrometría de absorción atómica. Se encontró que los metales esenciales fueron acumulados en mayor proporción que los no esenciales tanto en la gónada ( $Zn > Fe > Cu \cong Ni > Cr > Cd \cong Pb > Mn$ ), como en el músculo ( $Zn > Fe > Cr > Cu \cong Pb > Cd > Ni$ ). Los metales pesados Cr y Ni presentaron valores de concentración elevados, sobrepasando los niveles estándares establecidos. Probablemente este hecho se encuentre vinculado con el efecto contaminante de vertederos industriales de las zonas aledañas, en donde la dispersión de metales a lo largo de la

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Sucre (INIA - Sucre). Apartado Postal 236. Cumaná, Venezuela. \*Correo-E: icastillo@inia.gov.ve

<sup>2</sup> Departamento de Biología. Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

<sup>3</sup> Departamento de Oceanografía, Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, Venezuela.

<sup>4</sup> Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cumaná, Venezuela.

columna de agua puede estar relacionada a los sistemas de corrientes y surgencias que se producen en el Golfo de Cariaco.

Palabras clave: Bioacumulación, mejillón, metales pesados, Golfo de Cariaco.

### Levels of heavy metals in gonads and adductor muscle in brown mussel, *Perna perna*, cultivated at the ensenada of Turpialito, Cariaco Gulf, Sucre state, Venezuela

The concentrations of heavy metals (Cu, Cr, Fe, Pb, Zn, Cd, Ni, and Mn) were compared in gonad and abductor muscle of brown mussel (*Perna perna*) at commercial size ( $74.02 \pm 23.05$  mm) cultivated in the Turpialito Bay (Gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela), with the purpose to determine the capacity to accumulate heavy metals and to verify if these organisms are suitable for human consumption. These metals in each tissue were analyzed by atomic absorption spectrometry. The essential metals were accumulated in more proportion than the no essentials, in the gonad ( $Zn > Fe > Cu > Ni > Cr > Cd > Pb > Mn$ ), as in the muscle ( $Zn > Fe > Cr > Cu > Pb > Cd > Ni$ ). The metals Cr and Ni presented high concentration values, exceeding the established standard levels. This could be probably related with the polluting effect of industrial drains of the areas nearby, suggesting this that the presence of metals becomes more evident due to the systems of currents and upwelling that take place in the Gulf of Cariaco.

Key words: Bioaccumulation, mussel, heavy metals, Gulf of Cariaco.

### INTRODUCCIÓN

Estudiar el efecto de la contaminación por metales pesados en el medio ambiente marino, mediante el empleo de organismos centinelas como indicadores biológicos, tiene el propósito de mitigar los impactos que estos elementos pueden producir tanto en los ecosistemas costeros como en la salud humana. Desde hace más de dos décadas y hasta la actualidad se ha propuesto el uso de mejillones del género *Mytilus* para evaluar el comportamiento espacial y temporal de metales en ambientes costeros (Le Bris y Pouliquen, 2004). Entre las características favorables está la capacidad de bioacumular los contaminantes a partir del alimento y del sedimento, en concentraciones que exceden considerablemente a las encontradas en el ambiente; además son sedentarios y de amplia distribución

geográfica, estas últimas características les confieren cualidades para su fácil manipulación (Phillips y Rainbow, 1993).

Dentro de este grupo se encuentra el mejillón marrón, *Perna perna*, el cual ha sido empleado en programas extensivos de monitoreo de contaminación marina como el Mussel Watch, establecido por la Organización de Naciones Unidas; siendo su amplia distribución geográfica una de las características predominantes para considerarlo como indicador de contaminación. Además se ha reportado la capacidad de acumular grandes concentraciones de hierro (Ferreira *et al.*, 2003). En las costas de Brasil (Castañé *et al.*, 2003) y Sur África (Banaoui *et al.*, 2004) ha sido utilizado como una excelente herramienta que ha permitido monitorear niveles de metales pesados en zonas marinas.

*Perna perna* es una especie que abarca zonas tropicales y subtropicales, comprendiendo las costas occidentales de África, la costa oeste del mediterráneo y la costa atlántica de Suramérica (Beauperthuy, 1967), constituyendo un recurso alimenticio y sustento económico importante para las poblaciones costeras de las zonas donde se encuentra. En Venezuela representa uno de los rubros pesqueros más importantes en la costa norte del estado Sucre, debido a la formación de extensos bancos naturales, con un amplio potencial de cultivo en la zona del Golfo de Cariaco (estado Sucre); la cual posee condiciones hidrográficas y químicas ideales gracias al fenómeno de surgencia costera, que origina una considerable productividad primaria en la zona y en el Caribe (Gómez, 1996).

Los mejillones están enmarcados en la categoría de los grupos de alimentos de alto consumo masivo con valor económico de gran importancia a nivel mundial, por lo cual se requiere de un control sanitario permanente para asegurar su inocuidad en el consumidor. En este sentido, las zonas costeras donde se establecen los sistemas de cultivos deben estar exentas en lo posible de ser afectadas por cualquier actividad antropogénica. En la localidad de Turpialito, hasta el momento no se ha realizado ningún estudio que evalúe los niveles de contaminación de los organismos que allí se cultivan de manera experimental. Basado en lo expuesto, el presente estudio plantea como objetivo determinar los niveles de metales pesados (Cu, Cr, Fe, Pb, Zn, Cd, Ni y Mn) en gónadas y músculo aductor de ejemplares del mejillón marrón, *Perna perna*, una vez alcanzada talla comercial de un cultivo piloto, bajo sistema de cultivo suspendido con la finalidad de verificar si estos organismos son óptimos para el consumo humano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Juveniles ( $30 \pm 2$  mm) del mejillón marrón fueron tomados de los bancos naturales de la localidad de Guayacán, Península de Araya, estado Sucre y trasladados a la Ensenada de Turpialito, localizada en Golfo de Cariaco, estado Sucre (Figura 1). Los mejillones se sembraron en cuerdas de caucho en un long-line, ubicado perpendicularmente a la costa. Una vez transcurridos 6 meses de cultivo (enero-junio-2004), se obtuvieron los organismos con tallas comerciales de  $74,02 \pm 23,05$  mm y con una masa de tejido de  $7,66 \pm 186$  g.

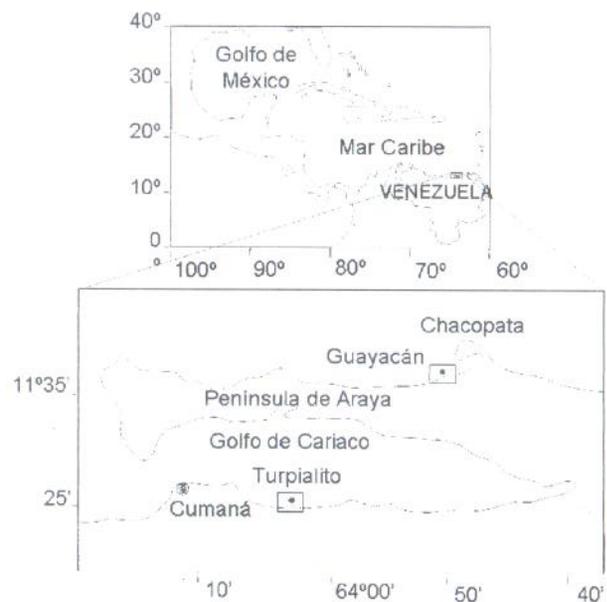


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas de colecta (Guayacán) y de cultivo (Ensenada de Turpialito- Golfo de Cariaco) del mejillón *Perna perna*.

Se seleccionaron al azar 30 ejemplares a los cuales se les extrajo el músculo aductor y los lóbulos gonadales. Cada tejido fue pesado por separado en una balanza analítica de precisión  $\pm 0,001$  g y deshidratados en una estufa a  $70^{\circ}\text{C}$  hasta obtener peso constante. Posteriormente, se procedió al triturado y pesado de los tejidos y colocados por separado en viales con

tapa hermética para proseguir con el proceso de digestión, el cual se llevó a cabo según las recomendaciones descritas por Bryan *et al.* (1985) con algunas modificaciones. Las muestras se colocaron en matraces de 100 mL, a los cuales se les agregó 5 mL de una solución compuesta de ácido nítrico y ácido perclórico (3:1) y se sometieron a calentamiento a  $60^{\circ}\text{C}$  evitando el burbujeo, hasta la eliminación de partículas sólidas visibles. Seguidamente, se prosiguió al filtrado de las muestras diluyéndolas en agua deionizada y utilizando papel Whatman N° 40, hasta alcanzar un volumen de 25 ml en matraces aforados. Las muestras se conservaron refrigeradas a  $5^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de la lectura de los metales pesados: Zn, Fe, Pb, Cu, Ni, Cd, Mn y Cr, mediante absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer (Mod. 3110) con llama de aire-acetileno y corrector de fondo de deuterio. La precisión del método utilizado fue verificada para determinar la calidad de los procedimientos analíticos empleados, analizando cada 20 muestras estándares de referencia de tejido (NIST Oyster tissue 1566a) y encontrando valores de desviación estándar muy bajos y comparables entre las diferentes determinaciones.

Para determinar si existen diferencias entre las concentraciones de metales pesados de los tejidos en estudio, gónadas y músculo aductor, se aplicó la prueba *t*, según recomendaciones de Zar (1984).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidenciaron una tendencia de bioacumular los metales esenciales en mayor proporción que los no esenciales, tanto en la gónada ( $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} \cong \text{Ni} > \text{Cr} > \text{Cd} \cong \text{Pb} > \text{Mn}$ ), como en el músculo ( $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cr} > \text{Cu} \cong \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Ni}$ ); el Mn no fue detectado en el músculo. Este hecho ha sido observado en otros bivalvos (Rajkumar *et al.* 1992; Gutiérrez-Galindo *et al.*, 1999; Acosta y Lodeiros, 2004), debido a que los metales esenciales son acumulados más fácilmente y en pequeñas cantidades. Esto les permite actuar como componentes estructurales o catalíticos indispensables para el crecimiento, jugando un papel importante en la bioquímica del organismo como factores enzimáticos, con la tendencia de incrementarse con el tiempo de exposición y la talla del cuerpo (Usero *et al.*, 1996). No obstante, se ha demostrado que la incorporación de los metales no esenciales está bajo el control de procesos o rutas metabólicas específicas de depuración y transformación dentro del organismo. Esta tendencia de acumulación sugiere que en el caso particular de *P. perna*, acumula metales pesados de acuerdo con el efecto biológico y/o la concentración que exista en el medio circundante.

De los metales analizados, el Zn presentó las mayores concentraciones (músculo:  $167,75 \pm 149,58 \mu\text{g/g}$ ; gónada:  $65,97 \pm 17,68 \mu\text{g/g}$ ), aunque según la prueba *t* realizada no se detectaron diferencias significativas entre estos (Figura 2). Los valores de concentración elevados coinciden con los reportados por otros investigadores, ya que los mejillones han sido considerados como fuertes acumuladores de zinc, al igual que las ostras (George *et al.*, 1978), debido a que es un elemento metabolitamente necesario durante el ciclo de vida de muchos bivalvos (Szefer *et al.*, 1994). Las concentraciones de Zn encontradas fueron menores a las conseguidas en almejas ( $1.090 \mu\text{g/g}$ ) por Saiz-Salinas *et al.* (1996) y cercanas a las obtenidas en *Mytilus galloprovincialis* ( $177 \mu\text{g/g}$ ) por Bebianno y Machado (1997). No obstante, el valor estándar máximo permisible para el Zn corresponde a  $830 \mu\text{g/g}$  (Haynes *et al.*, 1997), sugiriendo que las concentraciones encontradas para *P. perna* se encuentran por debajo de los niveles establecidos, para organismos marinos.

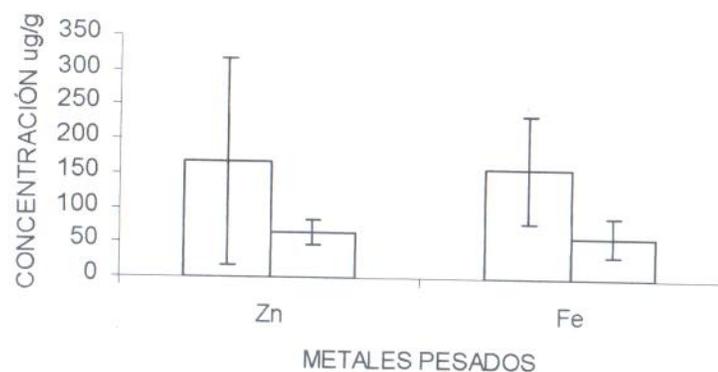


Figura 2. Bioacumulación de metales pesados en lóbulos gonadales y músculo aductor del mejillón marrón *Perna perna*, cultivado en la Estación Hidrobiológica de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Zn ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 8,62E-04$ ); Fe ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 3,32E-06$ ). Las barras grises indican la concentración de metales pesados en el músculo aductor y las barras blancas en los lóbulos gonadales.

El Fe también exhibió concentraciones en el músculo y en la gónada de  $158,69 \pm 78,26 \mu\text{g/g}$  y  $61,23 \pm 29,57 \mu\text{g/g}$ , respectivamente. Dichos valores no presentaron diferencias significativas (Figura 2); resultando ser inferiores a los hallados por Saiz-Salinas *et al.* (1996) ( $301-464 \mu\text{g/g}$ ) y por Bebianno y Machado (1997) ( $72-294 \mu\text{g/g}$ ). Las diferencias mostradas probablemente se deban a que en los lugares de estudio de las

referencias citadas estaban expuestos a altos índices de contaminación por Fe y otros metales. Basados en las comparaciones realizadas se puede inferir que las concentraciones de Fe se encuentran dentro de los valores estándares y a la vez pudieran estar relacionadas con la condición en la cual se encontraba el organismo, para el momento del análisis, en fase post-desove. Latouche y Mix (1981) señalan que la talla del organismo puede afectar la concentración de metales pesados en moluscos, por lo que una relación inversa entre la concentración del metal y la talla se manifiesta cuando existe un balance entre la tasa de incorporación y de excreción en los bivalvos (Usero *et al.*, 1996).

El Mn se detectó solo en el 60% de las muestras de gónadas analizadas ( $1,39 \pm 0,73 \mu\text{g/g}$ ). Los niveles bajos pudieran estar relacionados con el periodo reproductivo en el cual se encontraban los mejillones para el momento del análisis, ya que los valores de los pesos de las gónadas indican que estos organismos estaban atravesando por un periodo de desove. En este sentido, se ha establecido que los periodos de maduración gonadal coinciden con bajos niveles de Mn. Este mismo comportamiento ha sido reportado para *Crassostrea iridescens* (Frias-Espeticueta *et al.*, 1997). En *Donax trunculus*, Marina y Enzo (1983) demostraron que el Mn juega un rol importante en todas las fases del ciclo reproductivo, principalmente en el desove de este molusco donde posiblemente el metal analizado actúa como una enzima catalítica (Galtsoff, 1964) y en *Choromytilus meridionalis* el comportamiento y distribución de este metal dentro del organismo está determinado por el crecimiento y periodo de maduración (Watling y Watling, 1976). Basado en lo antes expuesto, puede inferirse que por el mismo efecto del desove, probablemente el Mn presente en el músculo aductor haya experimentado un traslado pasivo hacia los tejidos gonadales dado los requerimientos metabólicos del momento, incidiendo en la ausencia de este metal en los tejidos musculares, lo cual se considera un proceso temporal.

De los metales detectados, el Cd es probablemente el elemento más biotóxico y es considerado como uno de los contaminantes más importantes por los efectos que produce sobre la biota marina (Sadiq, 1992). Los valores obtenidos en gónada:  $2,51 \pm 0,83 \mu\text{g/g}$  y músculo:  $4,60 \pm 2,61 \mu\text{g/g}$ , no presentaron diferencias significativas (Figura 3). Estos valores resultaron ser superiores a los obtenidos por Bebianno y Machado (1997) y Cohen *et al.* (2001) en *Mytilus galloprovincialis*. Los resultados obtenidos en el presente estudio se ubican dentro de los valores estándares, ya que por lo general las concentraciones de Cd en tejidos de mejillón, almejas y vieiras oscilan entre  $1,5$  a  $7,5 \mu\text{g/g}$ , reportándose mayores concentraciones en gónadas que en músculo (Sadiq 1992). El no haber encontrado mayores concentraciones de

Cd en los lóbulos gonadales probablemente se encuentre relacionado a la época de postdesove en que se encontraban los organismos en estudio. En el Golfo de Cariaco, la presencia de cadmio, según Martínez (2002), está mediada principalmente con la descomposición de la materia orgánica relacionada con los efluentes de las industrias procesadoras de alimento ubicadas en la zona, que liberan al medio una gran cantidad de materia orgánica, la cual tiende a disminuir la capacidad de depuración del medio alterando sus condiciones naturales haciendo más biodisponible a este metal. Otros estudios señalan que la liberación del metal al medio está muy ajustada a los picos de surgencia costera, que se presentan en esta zona (Gutiérrez-Galindo *et al.* 1999; Acosta y Lodeiros 2004).

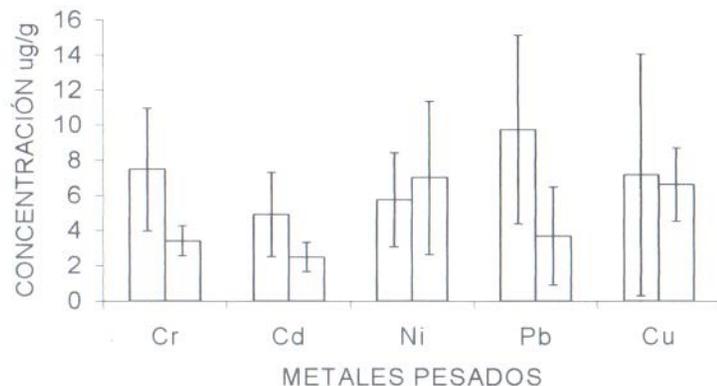


Figura 3. Bioacumulación de metales pesados en lóbulos gonadales y músculo aductor del mejillón marrón *P. perna* cultivado en la Estación Hidrobiológica de Turpialito, Golfo de Cariaco (estado Sucre), Venezuela. Cu ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 0,68$ ); Cd ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 1,89E-04$ ); Cr ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 6,42E-07$ ); Ni ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 3,69E-05$ ); Pb ( $\alpha = 0,05$ ;  $t_s = 1,27E-04$ ). Las barras grises indican la concentración de metales pesados en el músculo aductor y las barras blancas en los lóbulos gonadales.

Los niveles de concentración de Cr en músculo ( $7,49 \pm 3,50 \mu\text{g/g}$ ) y gónada ( $3,42 \pm 0,85 \mu\text{g/g}$ ) no presentaron diferencias significativas (Figura 3). Estos niveles fueron más elevados que los encontrados por Haynes *et al.* (1997) en *Donax deltoide* ( $0,25-1,0 \mu\text{g/g}$ ) y en *Mytilus edulis* ( $0,7-1,8 \mu\text{g/g}$ ) y menores a los encontrados por Cohen *et al.* (2001) ( $17,0 \mu\text{g/g}$ ). El valor

estándar para este metal es de  $1,43 \mu\text{g/g}$  (Haynes *et al. Op cit*) por lo que las concentraciones de Cr en los mejillones en estudio exhibieron niveles más elevados al valor citado. Se ha encontrado que en el Golfo de Cariaco, los contaminantes llegan al mar a través de efluentes industriales y domésticos de las aguas de escorrentías y arroyos que se producen en los periodos de lluvia, el río Cariaco, el aliviadero del Manzanares, el río Manzanares, otros riachuelos de menor importancia y el tráfico marítimo de diferentes tipos de embarcaciones. El río Manzanares aporta anualmente al mar un promedio de  $558 \times 106$  toneladas de agua que se reparte entre su desembocadura y la zona del aliviadero, descargando gran parte de este volumen entre los meses de junio y octubre (Martínez y Senior 2001; Martínez *et al.*, 2001).

El níquel se detectó en el 90% de las muestras de las gónadas analizadas, mientras que solo se detectó en el 30% de las muestras de músculo aductor. Los niveles de concentración de Ni (gónada:  $7,02 \pm 4,36 \mu\text{g/g}$  y músculo:  $5,76 \pm 2,68 \mu\text{g/g}$ ) no presentaron diferencias significativas (Figura 3). Los valores fueron superiores a los reportados por Saiz-Salinas *et al.*, (1996) ( $4,1 \mu\text{g/g}$ ). El nivel estándar establecido para este metal es de  $2,25 \mu\text{g/g}$  (Haynes *et al.*, 1997), sugiriendo que las concentraciones detectadas en los lóbulos gonadales sobrepasan los niveles establecidos. En este sentido, los altos niveles encontrados pueden estar relacionados con la influencia de los sedimentos de origen terrígeno arrastrados por escorrentías como por la desembocadura del río Manzanares (Martínez y Senior, 2001).

Los niveles de Cu no presentaron diferencias significativas en la prueba *t* realizada en los tejidos analizados (músculo  $7,17 \pm 6,89 \mu\text{g/g}$  y gónada  $6,61 \pm 2,08 \mu\text{g/g}$ ) (Figura 3) y fueron similares a los encontrados en *Mytilus galloprovincialis* ( $4,8-7,0 \mu\text{g/g}$ ) por Machado y Bebianno (1997) y menores a los encontrados en *Perna perna* en la costa norte del estado Sucre ( $20,1 - 24,2 \text{ ppm}$ ) por Arias y García (2001). Se ha señalado que los mejillones no son buenos indicadores de cobre en el medio ambiente acuático, debido al mecanismo de regulación metabólica que presentan con respecto a este metal (Phillips y Rainbow (1993). Sin embargo, los resultados encontrados por Acosta y Lodeiros (2002) difieren de los anteriores, quienes detectaron una relación estrecha entre los niveles del cobre en los tejidos de *Tivela mactroides* y en el sedimento, lo cual señala a este organismo como buen indicador de cobre. Estos resultados indican que algunas especies de moluscos se muestran como mejores indicadores de la presencia de cobre que otras.

El Pb se detectó en el 60% de las muestras de gónadas y el 66,67% de las muestras de músculo aductor con concentraciones ( $3,69 \pm 2,79 \mu\text{g/g}$ , y

9,76 ± 5,39 µg/g respectivamente), entre los cuales no se encontraron diferencias significativas (Figura 3). Estos valores fueron menores a los obtenidos por Saiz-Salinas *et al.* (1996) en almejas (42 µg/g), similares a los encontrados por Arias y García (2001) en mejillón *Perna perna* en la costa norte del estado Sucre (2,9 – 5,7 ppm) y superiores a los reportados por Cohen *et al.* (2001) (0,8 µg/g). La presencia de Pb en los tejidos analizados pudiera relacionarse con los resultados obtenidos por (Mogollón y Bifano, 1985), en su estudio sobre la influencia del río Tuy sobre el mar Caribe, encontrando un ligero enriquecimiento de Zn, Cu y Pb en la zona de mezcla río-mar, lo que puede ser atribuido al fenómeno de adsorción originados por los cambios fisicoquímicos y de fuerza iónica que se produce durante la mezcla de las aguas. En general, Cu, Zn y Pb entran al mar vía efluentes domésticos, industriales, descargas de los ríos y por emanaciones atmosféricas, para posteriormente ser adsorbidos y acumulados por los organismos vivos en especial los moluscos.

La Ley Orgánica del Ambiente señala para nuestro país, que los metales pesados Pb y Cu no deben ser detectables, tanto en este tipo de ambientes, como en los tejidos de los organismos marinos de consumo humano, por lo que los valores obtenidos de estos metales en el presente estudio indican contaminación del área en estudio.

La presencia de metales en los mejillones cultivados en la Ensenada de Turpialito puede estar relacionada con las descargas de las industrias procesadoras de productos del mar ubicadas entre la ciudad de Cumaná y la localidad de Mariguitar. La dinámica de movimiento de masas de aguas que se dan en la zona pueden transferir y esparcir estos metales a lo largo de la columna de agua dentro del Golfo de Cariaco. Otra causa que incide en los niveles de metales pesados es el uso de pinturas antifouling para el mantenimiento de la limpieza de los cascos de las embarcaciones (peñeros) que se realiza en zonas cercanas; lo que pudiera aumentar las concentraciones de Cd y Cu en el agua de mar, unido a la capacidad que presentan los mejillones para bioacumularlo. Las concentraciones de Cr y Ni presentaron valores elevados, sobrepasando los niveles estándares establecidos, lo cual es indicativo de los efectos contaminantes en el Golfo de Cariaco, por lo que se recomienda hacer énfasis en el estudio de las determinaciones de estos metales tanto en organismos, agua y en sedimentos en zona cercanas a los afluentes de industrias aledañas, para detectar cuales son las fuentes y tomar medidas respectivas para frenar el ingreso de estos elementos tóxicos al medio ambiente y así evitar el futuro deterioro del Golfo de Cariaco, que además de constituir una de las principales zonas pesqueras, constituye un área con características idóneas para el cultivo del mejillón *Perna perna*.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran la contaminación por metales pesados en el Golfo de Cariaco, lo cual se evidencia por la presencia de los metales Pb, Cu, Ni y Cr en los tejidos del músculo aductor y lóbulos gonadales en el mejillón *Perna perna*, sobrepasando los valores estándares establecidos. En consecuencia, se requiere verificar los valores de metales pesados en agua, sedimento y organismos marinos mediante estudios más puntuales en las zonas de descargas de las industrias, enlatadoras y aguas domésticas y realizar estudios de impacto ambiental con la finalidad de que las autoridades competentes se aboquen al control de estos afluentes para erradicar el ingreso de estos metales tóxicos en el Golfo de Cariaco.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada parcialmente por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (Proyecto CI/5-1001-1155/03). Los autores agradecen la colaboración técnica del Departamento de Oceanografía Química del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta V. y C. Lodeiros. 2004. Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* (Born, 1778. Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. *Ciencias Marinas*, 30(2): 323-333.
- Acosta V., C. Lodeiros, W. Senior y G. Martínez. 2002. Niveles de metales pesados en sedimentos superficiales en tres zonas litorales de Venezuela. *Interciencia*, 27(20): 1-6.
- Banaoui A., B. Jean-Francois, A. Chiffolleau, B. Abdelatif Moukrim, A. Thierry, D. Abderrazak y E. Rozuel. 2004. Trace metal distribution in distribution in the mussel *Perna perna* along the Moroccan coast. *Mar. Pollut. Bull.* (48): 378-402.
- Beauperthuy I. 1967. Los mitílidos de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 6 (1): 7-15.

- Bebianno N. y L. Machado. 1997. Concentration of metals and metallothioneins in *Mytilus galloprovincialis* along the south coast of Portugal. *Mar. Pollut. Bull.*, 34(8): 666-671.
- Bryan G., W. Langston, L. Hummerstone y G. Burt. 1985. A guide to the assessment of heavy metal contamination in estuaries using biological indicators. *Mar. Biol. Assoc. UK (Occasional Publication)*, 4: 92.
- Castañé P., M. Topalián, R. Cordero y A. Salibián. 2003. Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad. *Rev. Toxicol.*, 20:13-18.
- Cohen T., S. Que Hee y R. Ambrose. 2001. Trace metals in fish and invertebrates of three California coastal Wetlands. *Mar. Poll. Bull.*, 42(3): 224-232.
- Ferreira A., C. Carvalho, C. Machado y E. Melo. 2003. Histological aspects of natural iron contamination in digestive gland of *Perna perna* (Bivalvie-Linnaeus, 1758) on the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Microscópica*, (12):630-632.
- Frías-Espericueta M., F. Páez-Osuna y J. Osuna-López. 1997. Seasonal changes in the gonadal state of the oysters *Crassostrea iridescens* and *Crassostrea corteziensis* (Filibranchia: Ostreidae) in the Northwest coast of Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 45: 1061-1066.
- Galtsoff P. 1964. The American Oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fish. Bull. Fish and Wildlife Serv. Government Printing Office, Washington, D.C.* 480p.
- George S., S. Pirie, A. Cheyne, T. Coombs y T. Grant. 1978. Detoxification of metals by marine bivalves: an ultrastructural study of the compartmentation of copper and zinc in the oyster *Ostrea edulis*. *Mar. Biol.* 45: 147-156.
- Gómez A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el Nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21(3): 140-146.
- Gutiérrez-Galindo E., J. Villaescusa-Celaya y A. Arreola-Chimal. 1999. Bioacumulación de metales en mejillones de cuatro sitios selectos

- de la región costera de baja California. *Ciencias Marinas*, 25(4):557-578.
- Haynes D., J. Leeder y P. Raymen. 1997. A comparison of the bivalve species *Donax deltooides* and *Mytilus edulis* as monitors of metal exposure from effluent discharges along the ninety mile beach. Victoria, Australia. *Mar. Poll. Bull.*, 34(5): 326-331.
- Latouche Y. y M. Mix. 1981. Seasonal variation in soft tissue weights and trace metal burdens in the Bay Mussel, *Mytilus edulis*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 27: 821-828.
- Le Bris H. y H. Pouliquen. 2004. Experimental study on the bioaccumulation of oxytetracycline and oxolinic acid by the blue mussel (*Mytilus edulis*). An evaluation of its ability to bio-monitor antibiotics in the marine environment. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 434-440.
- Marina M. y O. Enzo. 1983. Variability of zinc and manganese concentrations in relation to sex and season in the bivalve *Donax trunculus*. *Mar. Poll. Bull.*, 4: 342-346.
- Martínez G. 2002. Metales pesados en sedimentos superficiales del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela, Univ. Oriente* 41 (1 y 2): 83-96.
- Martínez G. y W. Senior. 2001. Especiación de metales pesados (Cd, Zn, Cu y Cr) en el material en suspensión de la pluma del río Manzanares, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia*, 26 (2):1-10.
- Martínez G., J. Alvarado y W. Senior. 2001. Estudio físico-químico de las aguas superficiales de la cuenca baja y pluma del río Manzanares, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia*, 26 (8): 342-351.
- Mogollón J. y C. Bifano. 1985. Estudio geoquímico de contaminación por metales pesados en sedimentos de la cuenca del río Tuy. VI Congreso Geológico Venezolano. Resumen extenso. pp. 1893-1928.
- Phillips D. y P. Rainbow. 1993. *Biomonitoring of Trace Aquatic Contaminants*. Elsevier Applied Science. London.

- Rajkumar W., R. Mungal y E. Bahadoorsingh. 1992. Heavy metal concentration in sea water, sediment, and biota (*Donax striatus*) along the east coast of Trinidad. *Carib. Mar. Stud.*, 3: 26-32.
- Sadiq M. 1992. Toxic Metal Chemistry in Marine Environments. Marcel Dekker. New York. 390 p.
- Saiz-Salinas J., J. Ruiz y G. Francés-Zubillaga. 1996. Heavy metals in the intertidal sediments and biota from the Bidasoa estuary. *Mar. Poll. Bull.*, 32(1): 69-71.
- Szefer P., K. Szefer, J. Pewpkowiak, B. Skwarzec, R. Bojanowski y E. Holm. 1994. Distribution and coassociations of selected metals in seals of the Antarctic. *Environ. Bull.*, 83: 341
- Usero J., E. González-Regalado y I. Gracia. 1996. Trace metals in the bivalve molluscs *Chamelea gallina* from the Atlantic coast of southern Spain. *Mar. Poll. Bull.*, 32, 305-310.
- Watling H. y W. Watling. 1976. Comparative effects of metals on the filtering rate of the brown mussel (*Perna perna*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 29(6):651-657.
- Zar J. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2<sup>da</sup> Ed. Prentice Hall, New Jersey. 717pp.

## Crecimiento de la curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, en el Orinoco medio

Ángel González<sup>1\*</sup>, Jeremy Mendoza<sup>2</sup>, Freddy Arocha<sup>2</sup> y Aristide Márquez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se hizo un estudio del crecimiento de *Plagioscion squamosissimus* en la región media del Orinoco en Venezuela, a través del análisis de las frecuencias de talla y la lectura de los anillos de crecimiento en los otolitos. Los muestreos fueron realizados en el canal principal y en una de las lagunas de inundación del Orinoco medio, utilizando una red de enmalle de 10 cm de luz de malla de selectividad conocida. No se detectaron diferencias significativas en los parámetros de las ecuaciones de crecimiento en longitud entre los peces del canal y los de la laguna de inundación, estimándose una ecuación global para la región representada por la función  $L(t) = 62,6(1 - e^{-0,161(t+0,37)})$ . El modelo de crecimiento en peso, para las dos zonas, se presentó diferencias significativas y estuvo representado por la ecuación  $W(t) = 1731(1 - e^{-0,127(t+0,37)})^2,4008$  para los peces del canal y  $W(t) = 890(1 - e^{-0,120(t+1,86)})^2,4008$  para los peces de la laguna. Igualmente, los modelos de crecimiento en longitud, estimados a través de la lectura de los anillos en los otolitos no presentaron diferencias significativas entre los peces del canal y los de la laguna de inundación, estimándose un modelo de crecimiento común para la región, representado por la ecuación  $L(t) = 69,34(1 - e^{-0,128(t+0,33)})$ .

Palabras clave: Río Orinoco, recursos pesqueros, dinámica poblacional, edad y crecimiento, administración pesquera, *Plagioscion squamosissimus*.

<sup>1</sup> Instituto Limnológico, Universidad de Oriente. Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. \*Correo-E: angelgonzalez78@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

<sup>3</sup> Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Oceanografía Química. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

## Growth of river curvinata, *Plagioscion squamosissimus*, in the middle Orinoco

### SUMMARY

A study of the growth of *Plagioscion squamosissimus* was made in the middle Orinoco region in Venezuela, through analyses of the size frequencies and the reading of the growth rings in the otoliths. The samplings were carried out in the main channel and in one of the flooded lagoons near the river, using a net of 10 cm of mesh opening and of known selectivity. No significant differences were found in the size structures of the population, although the fish of the channel reached a larger longitude. Significant differences were not detected in those parameters of the equations of growth in longitude among the fish of the one channel and those of the flood lagoon, and a global equation was considered for the region represented by the function  $L(t) = 62,6 (1 - e^{-0,161(t+0,37)})$ . The pattern of growth in weight, for the two areas, presented significant differences and it was represented by the equation  $W(t) = 1731 (1 - e^{-0,127(t+0,37)})^{2,4008}$  for fish of the channel and  $W(t) = 890 (1 - e^{-0,120(t+1,86)})^{2,4008}$  for the fish of the lagoon. Similarly, the models of growth in longitude, through the reading of the rings in the otoliths, did not present significant differences between the fish of the channel and those of the flooded lagoon. It was considered a model of common growth for the region, represented by the equation  $L(t) = 69,34 (1 - e^{-0,128(t+0,33)})$ .

Key words: Orinoco river, fishing resources, fishing biology, dynamics population, age and growth, *Plagioscion squamosissimus*.

### INTRODUCCION

*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), comúnmente conocida en Venezuela como "curvinata", en Brasil como "pescada" y en Colombia como "pacora", es una de las especies continentales más importantes desde el punto de vista comercial y en la composición de la captura de la pesca artesanal de la región del Orinoco medio, siendo sólo superada por los grandes bagres de los géneros *Pseudoplatystoma* y *Brachyplatystoma*. Su alta importancia comercial la convierte en una de las especies más explotadas en la región media del Orinoco, sin que hasta ahora se conozca su nivel de explotación actual y su relación con el nivel de explotación teóricamente necesario para alcanzar un máximo rendimiento de la

pesquería. Como medida de administración del recurso es necesario predecir el máximo rendimiento de esta pesquería a través de modelos analíticos que necesitan del conocimiento de algunos parámetros de su dinámica poblacional como la tasa de mortalidad y de crecimiento.

En este trabajo se hizo un estudio del crecimiento de *P. squamosissimus* en la región del Orinoco medio en Venezuela a través del análisis de las frecuencias de tallas y la lectura de los anillos de crecimiento en los otolitos. Aparentemente, en Venezuela no se conocen estudios del crecimiento de *P. squamosissimus*, existiendo sólo algunos trabajos realizados en regiones del Amazonas brasileño (Nomura y De Oliveira, 1976) y del Amazonas boliviano (Loubens, 2003). Muñoz (1992) hizo estudio del crecimiento en la especie *P. surinamensis* en el bajo Magdalena (Colombia).

### MATERIALES Y METODOS

La estimación del crecimiento de *P. squamosissimus* se hizo tomando en cuenta un número significativo de frecuencia de tallas de los peces capturados, combinado con un número pequeño de ejemplares en los cuales se efectuó la lectura de su edad, basándose en los anillos de crecimiento de los otolitos (Sparre y Venema, 1995). Los muestreos se realizaron entre junio de 1998 y mayo de 1999 en la laguna Castellero y en el canal principal del Orinoco, a la altura de Capuchino de la región de Caicara del Orinoco, estado Bolívar (Figura 1).

Los muestreos fueron hechos utilizando una red de enmalle de 10 cm de luz de malla de selectividad conocida (González et al., 2003). El estudio del crecimiento según los otolitos se hizo en 53 ejemplares capturados en el canal principal y 50 ejemplares capturados en la laguna Castellero, utilizando cortes longitudinales del otolito (sagita) izquierdo y puliendo la superficie exterior primero con un esmeril a baja velocidad hasta la observación del núcleo y luego, con papel de lija fina, hasta la exposición de los anillos. Para facilitar la observación de los anillos se utilizó la técnica del quemado en estufa a 100°C durante 24 horas (Morales, 1992). Los anillos fueron contados y medidos utilizando un microscopio estereoscópico con ocular micrométrico, mientras que el retrocálculo de la talla del pez a la formación de cada anillo se hizo siguiendo la metodología de Busacker et al. (1990). Según esta metodología, primero se demostró la existencia de una relación lineal entre el radio del corte del otolito (S) y el tamaño del pez (L),

...entada por la ecuación  $L = a + bS$ . Posteriormente se procedió al cálculo utilizando la ecuación:

$$L_i = a + (L_c - a)(S_i / S_c)$$

- donde,
- $a$  = Intercepción de la regresión entre el tamaño del pez y el radio del corte
- $L_c$  = Longitud total del pez
- $S_c$  = Radio del corte del otolito entre el núcleo y el borde
- $S_i$  = Distancia desde el núcleo al anillo  $i$
- $L_i$  = Longitud retrocalculada a cada anillo

Las tallas retrocalculadas a la formación de cada anillo fueron usadas para la estimación de los parámetros de crecimiento  $K$ ,  $L_\infty$  y  $t_0$ , de un valor de  $t = 1$  año a la talla retrocalculada al primer anillo y un intervalo  $\Delta t = 1$  año entre la formación de cada anillo. Los parámetros de crecimiento fueron estimados a través del método de mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1995), reduciendo al mínimo la suma de los cuadrados de las desviaciones entre las tallas estimadas por el modelo de von Bertalanffy y las tallas observadas:

$$\sum_{i=1}^n [L(i) - L_\infty * [1 - \exp(-K(t(i) - t_0))] ]^2$$

- de,
- $L(i)$  = Longitud observada
- $L_\infty$  = Longitud asíntota o talla media de un pez infinitamente viejo
- $K$  = Rapidez con que el pez alcanza  $L_\infty$
- $t(i)$  = Edad para una longitud  $L$
- $t_0$  = Parámetro de condición inicial o punto en el tiempo en que el pez tiene teóricamente una talla cero.

Los parámetros de crecimiento fueron utilizados para la estimación de las curvas de crecimiento en longitud de von Bertalanffy, según el

$$L(t) = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

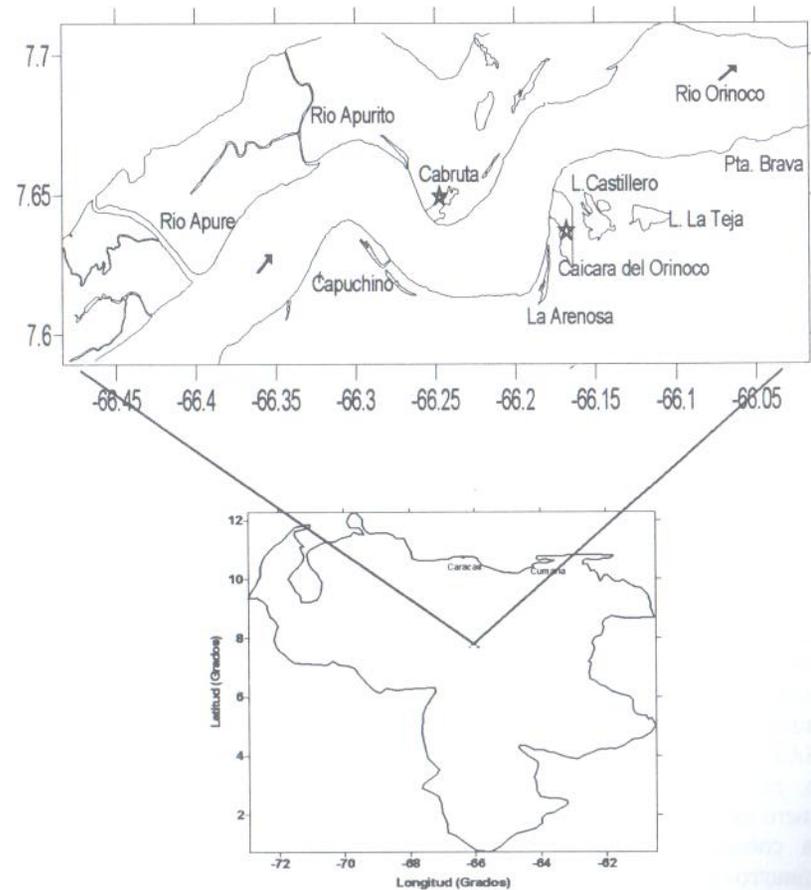


Figura 1. Zonas de muestreos en la región del Orinoco medio en Venezuela

Las curvas de crecimiento para cada área de muestreo fueron comparadas utilizando el método no lineal de Chen *et al.* (1992). Según este método, se calculó la suma de cuadrado residual de cada muestra y la suma de cuadrado residual de las dos muestras agrupadas (Sokal y Rohlf, 1979) junto con los grados de libertad correspondientes. El estadístico F para la comparación de las dos modelos se estimó posteriormente según las ecuaciones:

$$F = \frac{(RSSp - RSSs)/(DFRSSp - DFRSSs)}{RSSs/DFRSSs} =$$

$$\frac{(RSSp - RSSs)/3(K - 1)}{RSSs/N - 3K}$$

donde,

RSSp = Suma de cuadrado residual de los datos combinados de las dos muestras

RSSs = Adición de las sumas de cuadrados residual de cada muestra individual

DF = Grados de libertad

N = Tamaño total de la muestra

K = Número de muestras

Según las frecuencias de talla se estableció primeramente la estructura por tallas de la población utilizando una muestra única de 759 ejemplares capturados en el canal principal y 618 ejemplares capturados en la laguna de inundación. La estructura poblacional por talla en cada área de muestreo fue dividida en sus correspondientes distribuciones normales o cohortes, utilizando el método de Bhattacharya incluido en el programa FISAT de Gayanilo *et al.* (1994). Como se trata de muestras únicas de un año, estas cohortes corresponden en realidad a "pseudocohortes" cuyos número de sobrevivientes en cada edad se suponen son equivalentes a una sola cohorte en todo su lapso de vida, considerando un sistema de parámetros poblacionales constantes (Sparre y Venema, 1995). Con las tallas promedio de las cohortes y las edades correspondientes según los anillos de crecimiento, se obtuvieron los datos de composición por edades para la estimación de los parámetros de crecimiento  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$ . Estos parámetros, igualmente, fueron estimados por el método de mínimos cuadrados descrito anteriormente, mientras que la comparación de los modelos de crecimiento entre áreas se hizo de manera similar por el método de Chen *et al.* (1992).

Los modelos de crecimiento en peso fueron estimados para cada área de muestreo, determinando primero la relación longitud-peso según la ecuación  $W$  (peso) =  $qL(\text{longitud})^n$  (Holden y Raitt, 1974) y posteriormente, el peso asintótico ( $W_{\infty}$ ) según la ecuación  $W_{\infty} = qL_{\infty}^n$ . Los modelos de

crecimiento en peso se establecieron finalmente a través de la función  $W(t) = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^n$  (Csirke, 1980) y se compararon por el método de Chen *et al.* (1992).

## RESULTADOS

La relación lineal entre la talla de los peces y el radio de los otolitos para el canal estuvo representada por la ecuación  $y = 0,4716 + 0,0222x$  ( $r^2 = 0,973$ ), mientras que para los peces de la laguna estuvo representada por la función  $y = 0,2673 + 0,0279x$  ( $r^2 = 0,973$ ). Las tallas promedio retrocalculadas a la formación de cada anillo están representadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Promedio de tallas de *Plagioscion squamosissimus* retrocalculadas a la formación de cada anillo de crecimiento en los otolitos

Área	Anillos	Tallas cm
Canal principal	I	10,9 ± 1,5
	II	16,2 ± 1,9
	III	22,2 ± 2,4
	IV	27,4 ± 2,6
	V	34,0 ± 3,3
	VI	39,5 ± 2,0
	VII	44,3 ± 0,7
Laguna	I	10,4 ± 1,4
	II	16,3 ± 0,6
	III	22,2 ± 0,7
	IV	25,9 ± 0,9
	V	30,4 ± 0,8
	VI	36,1 ± 0,2

La curva de crecimiento en longitud según los otolitos para los peces del canal estuvo representada por la función  $L(t) = 67,8 (1 - e^{-0,133(t+0,34)})$  (Figura 2A), mientras que para los peces de la laguna Castellero estuvo representada por la función  $L(t) = 62,6 (1 - e^{-0,140(t+0,25)})$  (Figura 2B), sin diferencias significativas entre ellas ( $P = 0,1904$ ). Según los anillos de crecimiento en los otolitos, se estimó un modelo de crecimiento global para la región del Orinoco medio, representado por la ecuación  $L(t) = 69,34 (1 - e^{-0,128(t+0,33)})$ .

Las tallas de los peces en el canal principal estuvieron comprendidas entre 26 cm de longitud total y 53 cm de longitud total, con la identificación de seis cohortes (Figura 3A), mientras que en la laguna de inundación, estas tallas variaron entre 24 cm de longitud total y 41 cm de longitud total, con el reconocimiento de cuatro cohortes (Figura 3B).

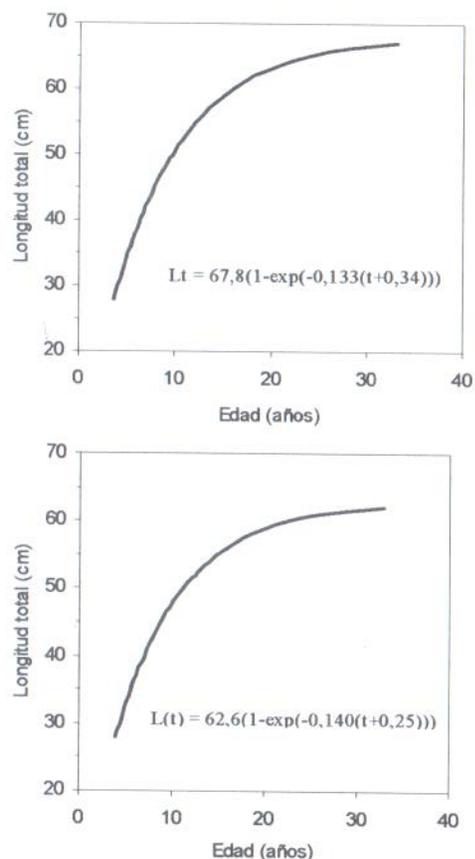


Figura 2. Curva de crecimiento en longitud de *Plagioscion squamosissimus* en el canal principal del Orinoco medio (A) y en la laguna Castellero (B), según anillos de crecimiento en los otolitos.

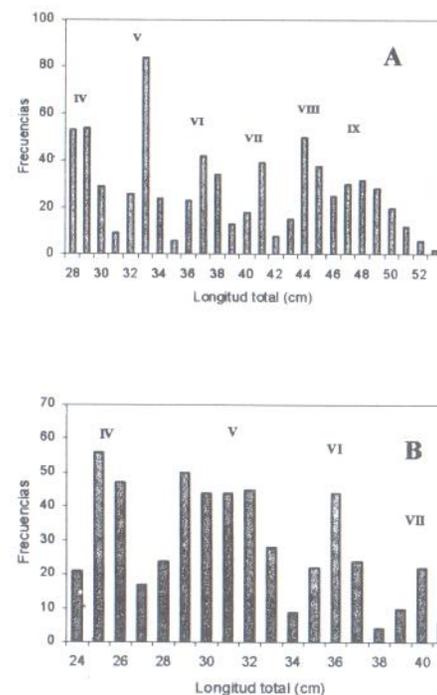


Figura 3. Cohortes de la distribución de frecuencias de talla de *Plagioscion squamosissimus* en el canal principal del Orinoco medio (A) y en la laguna Castellero (B).

Las tallas promedio de las cohortes por área están representadas en el Cuadro 2. La curva de crecimiento en longitud estuvo representada por la ecuación  $L(t) = 68,4 (1 - e^{-0,127(t+0,37)})$  (Figura 4A), según las frecuencias de talla de los peces del canal principal, mientras que para los peces de la laguna de inundación ésta estuvo representada por la función  $L(t) = 57,8 (1 - e^{-0,120(t+1,86)})$  (Figura 4B), también sin diferencias significativas ( $P = 0,551$ ) entre las dos ecuaciones. Según las frecuencias de talla, se determinó un modelo de crecimiento en longitud global para la región, representado por la ecuación  $L(t) = 62,6 (1 - e^{-0,161(t+0,37)})$ .

Cuadro 2. Tallas-edad de las cohortes de *Plagioscion squamosissimus* separadas según la distribución de frecuencias de talla. IS = Índice de separación entre cohortes (>2)

Área	Cohortes	Edad	Talla	IS
		Años	cm	
Canal principal	IV	3,8	28,14 ± 1,23	
	V	4,8	32,89 ± 0,64	4,74
	VI	5,8	37,14 ± 1,10	4,90
	VII	6,7	40,73 ± 0,62	4,17
	VIII	7,8	44,09 ± 0,73	4,97
	IX	8,7	46,73 ± 2,25	2,44
Laguna	IV	3,5	25,00 ± 0,92	
	V	4,8	29,20 ± 1,33	5,37
	VI	5,5	32,05 ± 0,87	4,24
	VII	6,5	35,21 ± 0,69	4,91

La relación longitud-peso de *P. squamosissimus* en el canal estuvo representada por la ecuación  $W = 0,1148 L^{2,4008}$ , mientras que en la laguna de inundación esta estuvo representada por la función  $W = 0,0277 L^{2,7945}$ , sin diferencias significativas entre estas relaciones ( $P = 0,313$ ). El peso asintótico  $W_{\infty}$  fue de 1731,0 g para los peces del canal principal y 890,0 g para los de la laguna de inundación, con curvas de crecimiento en peso para los peces del canal principal representadas por la función  $W(t) = 1731,0 (1 - e^{-0,127(t+0,37)})^{2,4008}$  (Figura 5A) y para los peces de la laguna de inundación por la función  $W(t) = 890,0 (1 - e^{-0,120(t+1,86)})^{2,7045}$  (Figura 5B), con diferencias significativas entre ellas ( $P = 0,023$ ).

## DISCUSIÓN

Los anillos de crecimiento en los otolitos de *P. squamosissimus* probablemente se formaron durante la transición anual de la época de sequía a la época de lluvia, cuando la especie se encontraba bajo la presión del final de la época de sequía y canalizando sus energías hacia la actividad reproductiva, la cual suele ocurrir durante la época de lluvia (Welcomme, 1985; González, 2002). De allí que posiblemente existió una diferencia de un año entre la formación de un anillo y otro, tal como lo señaló Loubens (2003) para la misma especie en el Mamore del Amazonas boliviano. En otros cuerpos de agua dulce en Venezuela se ha observado el mismo ciclo

anual de formación de anillos de crecimiento en las vértebras de *Pseudoplatystoma sp* y en las escamas de *Prochilodus mariae* (Reid, 1984).

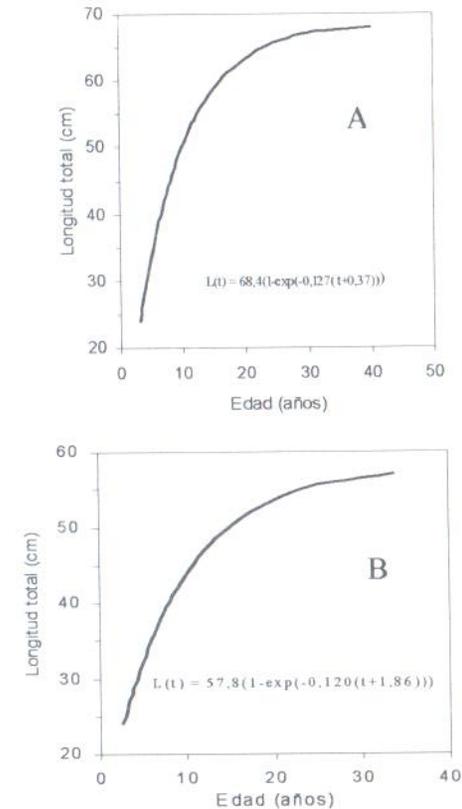


Figura 4. Curva de crecimiento en longitud de *Plagioscion squamosissimus* en el canal principal del Orinoco medio (A) y en la laguna Castellero (B), según las frecuencias de talla.

Según la lectura de los anillos de crecimiento en los otolitos de *P. squamosissimus*, la longitud asintótica alcanzada fue de 69,34 cm de longitud total para el canal principal del Orinoco medio y 62,58 cm de longitud total para la laguna Castellero, con una longitud asintótica mayor en el canal principal. Loubens (2003), utilizando los anillos de crecimiento en los otolitos de *P. squamosissimus* en el Mamore boliviano, estimó una longitud asintótica máxima de aproximadamente 69,6 cm de longitud estándar, aparentemente mayor que la estimada para el Orinoco medio.

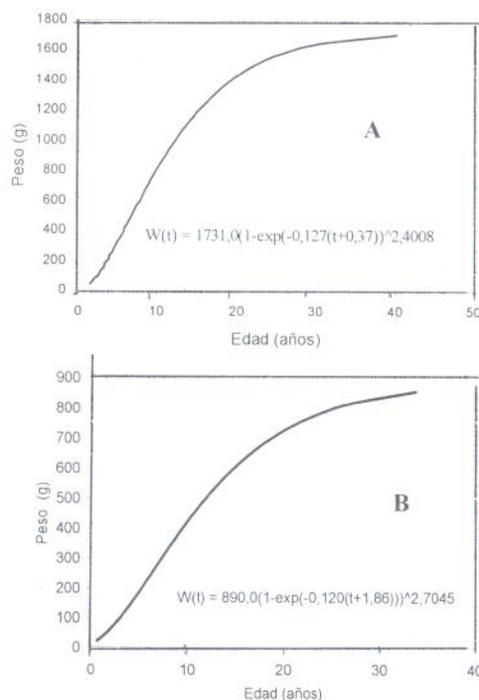


Figura 5. Curva de crecimiento en peso de *Plagioscion squamosissimus* en el canal principal del Orinoco medio (A) y en la laguna Castellero (B).

La rapidez con que la especie alcanzó la longitud asintótica fue más o menos igual en el canal principal y en la laguna Castellero del Orinoco medio ( $0,1 \text{ año}^{-1}$ ), así como aproximadamente igual a la rapidez con que alcanza esta longitud en el Mamore boliviano ( $0,2 \text{ año}^{-1}$ ). Según las estimaciones de edad basada en los otolitos, no hubo diferencias significativas entre las curvas de crecimiento en longitud en el canal principal y en la laguna Castellero, presentando el mismo patrón de crecimiento.

Las tallas de *P. squamosissimus* en la región del Orinoco medio coincidieron aproximadamente con las observadas por Williams (1995) para la represa de Guri (estado Bolívar), Nico y Taphorn (1984) para el Módulo Fernando Corrales (estado Apure), Bello (1979) para el embalse de Guanapito (estado Guárico) y por Rodríguez et al. (1988) para la represa Bariri del río Tieté en Brasil. Muñoz (1992) identificó cuatro cohortes en la estructura poblacional de la especie *P. surinamensis* en el bajo Magdalena (Colombia), resultado similar al obtenido con las cuatro cohortes identificadas para *P. squamosissimus* en la laguna Castellero del Orinoco medio. La longitud asintótica alcanzada por *P. squamosissimus* en el canal, según las frecuencias de talla fue de 68,4 cm de longitud total, mientras que en la laguna Castellero fue de 57,81, valores aproximadamente iguales a las estimadas según los otolitos pero siempre, con una mayor longitud en el canal principal. Aparentemente, los peces del canal principal alcanzan una mayor talla máxima en comparación con los de la laguna, posiblemente debido a diferencias en la alimentación (González, 2002) y principalmente a la mayor presión de pesca a la que está sometida la población en la laguna. Nomura y De Oliveira (1976) en la localidad del Maranguape-Ceara (Brasil) estimaron, según las frecuencias de talla de *P. squamosissimus*, una longitud asintótica de 112 cm de longitud total, mayor que la estimada para la especie en la región del Orinoco medio. Sin embargo, los mismos autores estimaron para el río Tocantins y el reservorio de Barra Bonito en Brasil, tallas máximas de sólo 36,3 cm de longitud total y 44,2 cm de longitud total para los machos. Según Nomura y De Oliveira (1976), las hembras de *P. squamosissimus* en el reservorio de Barra Bonito alcanzan una longitud asintótica de 68,4 cm de longitud total, aproximadamente igual a la estimada para la región del Orinoco medio.

La rapidez con que *P. squamosissimus* alcanzó la longitud asintótica en la laguna Castellero y en el canal principal del Orinoco medio, según las frecuencias de talla, fue aproximadamente igual ( $0,1 \text{ año}^{-1}$ ), así como también más o menos igual a la rapidez con que alcanzan esa longitud en el reservorio de Barra Bonito ( $0,1 \text{ año}^{-1}$  y  $0,3 \text{ año}^{-1}$ ) (Nomura y De Oliveira, 1976). Sin embargo, la rapidez con que alcanzan la longitud asintótica en el Orinoco medio es menor que la estimada para el río Tocantins ( $1,04 \text{ año}^{-1}$ ), posiblemente relacionada con la menor longitud que alcanza en este último río. Los peces de la laguna Castellero presentaron un mayor incremento en peso con la longitud que no difirió significativamente al de los peces del canal principal del río. Sin embargo, los modelos de crecimiento en peso si presentaron diferencias significativas en las dos áreas de muestreo, como consecuencia posiblemente del mayor peso máximo que alcanzaron en el canal principal. Las diferencias no significativas entre las curvas de crecimiento en longitud de *P. squamosissimus* en el canal

principal del Orinoco medio y la laguna Castellero, así como en la estructura de la población por talla, indicaron que aparentemente constituyen una misma población. Esta última estaría distribuida en el canal principal y en las lagunas de inundación durante la época de sequía, donde crecen y se alimentan por separado, pero que posteriormente se mezclarían durante la época de inundación en la planicie cuando ocurre la reproducción. Una situación similar fue señalada por Baumgartner *et al.* (2003) para la misma especie en la planicie de inundación del alto Paraná en Brasil.

Además de permitir estimar la edad de los peces en cuanto a la madurez sexual, reclutamiento y captura, los resultados del presente trabajo pueden ser utilizados como información para futuras medidas de administración del recurso, principalmente en la estimación del nivel óptimo de explotación necesario para alcanzar el máximo rendimiento sostenible.

### CONCLUSIONES

*P. squamosissimus* en el canal principal del Orinoco medio en Venezuela alcanza una talla máxima mayor que en las lagunas de inundación, aunque la rapidez con que alcanzan la talla máxima es igual y de valores que indican un crecimiento lento. Los modelos de crecimiento en longitud no presentaron diferencias significativas, por lo que aparentemente se trata de una misma población.

### AGRADECIMIENTOS

Al consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el financiamiento del presente trabajo, así como a la dirección del Instituto Limnológico por la logística prestada. Al TSU Alexis Guerrero y a los señores. Carlos Cardozo y Juan Infante, del personal de empleados y obreros del Instituto Limnológico, respectivamente, por su colaboración en los muestreos y otros aspectos durante el desarrollo del trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

Baumgartner M.S.T., K. Nakatini, G. Baumgartner y M.C. Makrakis. 2003. Spatial and temporal distribution of curvina larvae (*Plagioscion squamosissimus*) and its relationship to some environmental

variables in the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 63(3): 381-391.

- Bello C.L.C. 1979. Hábitos alimenticios de la curvinata *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinopterygii, Scianidae) en el embalse de Guanapito, estado Guárico. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 79 pp.
- Busacker G.P., A. Ira y G. Edwards. 1990. Growth. In Schreck C.B. y P.B. Moyle (Eds) *Methods for Fish Biology*. Am. Fish. Soc. Bethesda, Maryland, USA. pp. 363-383.
- Chen Y., D.A. Jackson y H.H. Harvey. 1992. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1228-1235.
- Csirke J. 1980. Introducción a la dinámica poblacional de peces. FAO Doc. Tec. Pesca, 192. 82 pp.
- González S.A.R. 2002. Dinámica poblacional de la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en la región del Orinoco medio. Tesis M.Sc. Ciencias Marinas, Mención Biología Pesquera. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. 92 pp.
- González A., J. Mendoza, F. Arocha y A. Márquez. 2003. Selectividad de la red de enmalle sobre la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio. *Zootecnia Trop.*, 21(4): 371-382.
- Holden M.J. y D.F.S. Raitt. 1974. *Manual of Fisheries Science. Part. 2. Methods of resource investigation and their application*. FAO Fish Tech. Paper No. 115. 214 pp.
- Loubens G. 2003. Biologie de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei: Sciaenidae) dan le bassin du Mamore (Amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwater*, 14(4): 335-352.
- Morales-Nin B. 1991. Determination in growth of bony fish from otolith microstructure. FAO. Fish Tec. Pap. 322. 58 pp.

- Muñoz S.D.L. 1992. Estimación de edad y crecimiento en la "pacora" *Plagioscion surinamensis* (Bleeker, 1873) por medio de la comparación de los métodos de análisis de distribución de frecuencias y las marcas en escamas y otolitos. *Acta Amazónica*, 22(3): 369-380.
- Nico L.G. y D.C. Taphorn. 1984. Biología de la curvinata *Plagioscion squamosissimus* en el Módulo Fernando Corrales de UNELLEZ, Apure. *Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol.*, 2(2): 31-39.
- Nomura H. y Ch. de Oliveira. 1976. Idade e crescimento da pescada-dopauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) (Osteichthyes, Scianidae) do Acude Amanari (Maranguape, Ceara). *Ceres*, 23(127): 191-197.
- Reid S. 1984. Biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* en la cuenca del río Apure, Venezuela. *Rev. UNELLEZ Cienc. Tecnol.*, 2(2): 13-41.
- Rodríguez A.M., J.D. Rodríguez, M.N. Morales y A.E. Ferreira. 1988. Aspectos da estrutura populacional da pescada-piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)(Osteichthyes, Scianidae), na represa de Bariri, Rio Tietê, estado de Sao Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca*, 15(2): 155-167.
- Sokal R.R. y F.J. Rohlf. 1979. *Biometría*. Blume. 832p.
- Sparre P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual. FAO. Doc. Tec. Pesca. 306/1. Rev.1. 420 pp.
- Welcomme R.L. 1985. *River fisheries*. FAO Fish. Tech. Pap. 262: 330 pp.
- Williams J.D. 1995. Ecology of large piscivorous fishes in Guri Reservoir, Venezuela, with notes on community structure. MSc. Thesis. Wildlife and Fishery Dept. Texas A&M University, Texas. 77 pp.

## Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío

Bertha E. Figuera<sup>1</sup>\*, Ana M. Cabello<sup>2</sup>, Luz B. Villalobos<sup>1</sup>, Yunilde del Valle Márquez<sup>1</sup> y Osmicar M. Vallenilla<sup>2</sup>

### RESUMEN

El pescado con frecuencia se contamina con bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes*, las cuales son capaces de crecer en productos frescos y congelados, y su predominio en pescado ahumado es elevado. Este estudio plantea determinar el crecimiento de *L. monocytogenes* en un producto ahumado empacado al vacío, elaborado a partir de atún. Las muestras obtenidas de una empresa atunera fueron trasladadas al Laboratorio de Tecnología de Alimentos del INIA-Sucre/Nueva Esparta, donde se les realizaron los análisis para determinar grado de frescura de la materia prima y procesamiento del producto. El atún fue descabezado, eviscerado, lavado y cortado en trozos de aproximadamente 300 g. Se prepararon dos submuestras y se colocaron en salmuera de 8% y 10% por 20 minutos, se inocularon y se ahumaron (40°C y 50°C) por seis horas, se empacaron al vacío y se almacenaron en refrigeración. El inóculo se preparó con cepas certificadas a partir del patrón estándar de Mac Farland 0.4. El crecimiento de *L. monocytogenes* fue monitoreado cada 7 días, utilizando agar PALCAM. Los resultados promedios de pH (5,74), NBVT (20,85 mg/100g), coliformes ( $1,1 \times 10^3$  NMP/g) y mesófilos ( $2,7 \times 10^5$  UFC/g) realizados a la materia prima, demuestran que el pescado estaba en buenas condiciones para el ensayo y que los valores estuvieron dentro de los límites establecidos. Los resultados sobre el crecimiento de *L. monocytogenes* durante refrigeración demostraron que el ahumado tuvo efecto inhibitorio en la población inicial de *L. monocytogenes*, comenzando a observarse un ascenso después de los siete días de elaborados los productos.

<sup>1</sup> Universidad de Oriente. Postgrado de Biología Aplicada. Núcleo Sucre. Cumana, estado Sucre. Venezuela. \*Correo-E: berthafiguera@yahoo.com

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE - Sucre/Nueva Esparta. Cumaná, estado Sucre. Venezuela.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, atún ahumado, contaminación.

### Growth of *Listeria monocytogenes* in smoked tuna vacuum packaged

#### SUMMARY

Processed fish frequently gets contaminated with pathogenous bacteria like *Listeria monocytogenes*, which can grow in fresh or frozen products, with a high prevalence in smoked fish. The objective of this study is to determine growth of *L. monocytogenes* in a smoked tuna vacuum packed. Samples were obtained from a tuna processing plant and brought to Food Technology Laboratory INIA-Sucre/Nueva Esparta, where freshness analyses were performed on the fresh and the processed products. An inoculum was prepared with certified Mac Farland 0.4 strains. The fish were beheaded, gutted, washed and cut in pieces about 300 g. Two subsamples were prepared which were placed in 8% and 10% brine by 20 min. Then they were inoculated and smoked (40°C and 50°C) by six hours. Afterwards, they were vacuum packed and refrigerated. Growth of *L. monocytogenes* was monitored every 7 days, using agar PALCAM. Average values of pH (5.74), BTVN (20.85 mg/100g), coliforms ( $1.1 \times 10^3$  MPN/g) and mesophils ( $2.7 \times 10^5$  CFU/g) from the raw material showed that it was in good condition for the essay, since they were under established limits. The results of *L. monocytogenes* growth during refrigeration showed that smoking had an inhibitory effect of the initial population, but an increase was observed after seven days of processing.

Key words: *Listeria monocytogenes*, smoking tuna, contamination.

#### INTRODUCCIÓN

En Venezuela, entre la pesca de mayor consumo y comercialización se encuentra el atún, que junto con la sardina y la pepitona son las principales materias primas de la Industria pesquera venezolana.

El atún, por su característica bromatológica, calidad de su carne y contenido de proteínas, vitaminas y minerales esenciales para el hombre, es una especie de consumo frecuente entre los venezolanos. Constituye una de las actividades de mayor importancia económica del país, por los elevados

volúmenes de capturas y desembarques registrados, así como por su valor agregado, ingresos generados y número de empleos creados (Marcano *et al.*, 1992).

El pescado con frecuencia se contamina con bacterias patógenas como *Salmonella sp.* y *L. monocytogenes*, siendo esta última, una bacteria Gram positiva, no esporulada que crece en condiciones aeróbicas y anaeróbicas facultativa. Son catalasas positivas y oxidasas negativa. Están ampliamente distribuidas en el medio ambiente: en el suelo (Chasseignaux *et al.*, 2001), los vegetales (Aguado *et al.*, 1997), la carne (Jay, 1996), la leche (Rijpens *et al.*, 1997) y el pescado (Hartemink y Georgsson, 1991). Aunque la incidencia puede variar, es probable que parte de materiales no procesados (crudos) o ligeramente elaborados estén contaminados con especies patógenas como *Listeria monocytogenes*. Se ha reportado que un 2-6% de la población sana son portadores fecales asintomáticos de *L. monocytogenes* [Rocourt, 1991], por lo que este estudio busca probar las posibilidades de crecimiento de esta bacteria en un producto semiprocesado como es el atún ahumado a dos temperaturas y concentraciones de sal diferentes.

Según Duggan y Phillips (1998), el grado de contaminación y la incidencia de *Listeria* varían según el tipo de alimento. En general, las carnes frescas presentan cantidades <100 ufc/g, mientras que las carnes procesadas y los productos derivados de las aves presentan concentraciones mayores. Los alimentos de alto riesgo son frecuentemente productos con muchas manipulaciones, preparados para comer directamente, almacenados en refrigeración durante largos periodos de tiempo y que son contaminados con *L. monocytogenes* (>100 ufc/g).

Recientemente, Horak *et al.* (2005) demostraron que *L. monocytogenes* inoculada a hortalizas frescas se hace resistente cuando es sometida a radiaciones gamma en un rango de dosis de 0,3 a 2 KGy.

Los distintos modos mediante los cuales esta bacteria es capaz de entrar en las plantas de procesamiento de alimentos, su capacidad para sobrevivir durante periodos de tiempo prolongado y en condiciones adversas en el ambiente (agua, tierra y plantas) y en el interior o superficie del alimento; así como de crecer a temperaturas muy bajas (2 a 4°C), han hecho de esta bacteria una preocupación en la industria agroalimentaria durante la última década.

El crecimiento de *L. monocytogenes* está influenciado por muchas condiciones ambientales tales como temperatura, actividad de agua,

concentración de NaCl, condiciones atmosférica, pH y accesibilidad a los nutrientes.

En este estudio se planteó como objetivo, determinar el crecimiento de *L. monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron obtenidas de una empresa atunera del estado Sucre y trasladadas al Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de los estados Sucre y Nueva Esparta (INIA Sucre/Nueva Esparta), donde se le realizaron evaluaciones de frescura para proceder a la elaboración del producto. Dentro de los análisis físico-químicos que se realizaron estuvo pH y nitrógeno básico volátil total (NBVT), según normas de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 1315-79 y 1948-82, respectivamente) (Covenin, 1979; 1982). Se determinó el grado de humedad y el contenido de sal utilizando los métodos de la AOAC (1980). Se determinó la carga microbiana inicial, a través de: índice de coliformes totales, empleando la técnica del Número Más Probable (NMP) y población aerobia mesófila y psicrófila, mediante conteo en placa, ambas según los métodos de la APHA (1992).

Para la elaboración del producto, los atunes previamente analizados fueron descabezados, eviscerados, lavados y cortados en trozos de aproximadamente 300 g. Se prepararon seis tratamientos respectivos, que constaron de dos concentraciones de salmuera (8% y 10%) y dos temperaturas de ahumado (40°C y 50°C) con inóculo y sin inóculo. El salmuera fue de 20 minutos, se dejaron escurrir y se inocularon con cepa certificada de *L. monocytogenes* ( $10^9$  bacterias por gramo de alimento), para luego ahumarlas a 40°C y 50°C por seis horas. Se dejó enfriar, se empacaron al vacío y se almacenaron en refrigeración a 6°C. En total se realizaron 5 réplicas, incluyendo la utilizada para definir el diseño experimental.

Las cepas de *L. monocytogenes* fueron obtenidas del Centro Venezolano de Colecciones de Microorganismos de la Universidad Central de Venezuela, las cuales fueron mantenidas en agar tripticasa de soya (TBS) hasta su utilización. El inóculo se preparó a partir del patrón estándar de Mac Farland 0.4.

El crecimiento de *L. monocytogenes* fue monitoreado cada 7 días, determinándose su presencia según el Manual Analítico Bacteriológico de la FDA (1992) utilizando agar PALCAM (Merck).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados promedios de la evaluación físico-química de la carne de atún fresco y ahumado pueden observarse en el Cuadro 1. La humedad es un parámetro importante porque está directamente relacionada con la posibilidad de crecimiento y desarrollo de flora bacteriana. Los valores de humedad para atún fresco, concuerdan con lo señalado por Narváez (1999), para aleta amarilla (68,90%).

Cuadro 1. Análisis físicos y químicos del fresco y ahumado

Condición†	Humedad	Ceniza	Cloruro	pH	NBVT
	%				mg/100 g
Fresco	69,70 ± 0,294	1,95 ± 0,412	2,95 ± 0,129	5,74 ± 0,017	20,85 ± 0,351
A8/40	67,40 ± 0,144	3,26 ± 0,137	5,25 ± 0,068	5,69 ± 0,029	25,20 ± 0,096
A8/50	65,40 ± 0,226	3,26 ± 0,137	5,55 ± 0,021	5,70 ± 0,082	26,00 ± 0,082
A10/40	66,36 ± 0,267	5,31 ± 0,043	6,24 ± 0,017	5,65 ± 0,021	24,40 ± 0,082
A10/50	64,30 ± 0,269	5,31 ± 0,021	6,28 ± 0,016	5,71 ± 0,045	25,50 ± 0,086

† Ahumado: A8/40= 8% sal/40°C; A8/50= 8% sal/50°C; A10/40= 10% sal/40°C; A10/50= 10% sal/50°C

Tanto el pH como el NBVT indican que los atunes presentaron un grado de frescura y calidad aceptable. Existen numerosos trabajos donde se señala que el pH del músculo puede servir como indicador del estado de frescura de pescados, cuyo valor en pescado vivo es cercano a la neutralidad. Este parámetro varía según la especie, área de captura, época del año y ciclo reproductivo (Huss, 1999). Para los productos ahumados a 40°C y 50°C y salmuera de 8% y 10% almacenados en refrigeración no hubo mucha variación. Sin embargo, el cloruro de sodio, la ceniza y humedad, presentaron un ligero aumento en los productos sometidos a concentraciones de 10% sal. La combinación del efecto de la salmuera, el ahumado y la temperatura sobre la disponibilidad de agua hace que se cree un obstáculo para el crecimiento de microorganismos deterioradores del pescado, lo que se conoce como tecnología de obstáculos, utilizada por Sánchez (1999) para la conservación de una torta seca de pescado, demostrando que el manejo de ambos parámetros puede ser una barrera para el crecimiento y desarrollo de

bacterias, por lo que se planteo en el diseño un producto ahumado que ha perdido agua en los procesos de salazonado y ahumado.

Los resultados promedios obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a los atunes frescos (Cuadro 2) se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos por la norma COVENIN (1994); es decir, son valores aceptables para el procesamiento de esta materia prima y consumo humano, lo que confirmó la calidad higiénico sanitaria de la materia prima utilizada para los ensayos, que no estaba contaminada con la bacteria objeto de estudio. Los resultados demostraron crecimiento en los cuatro tratamientos (inoculados a  $10^9$  bacterias por gramo de alimento), los cuales fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente.

Cuadro 2. Análisis microbiológicos realizados al atún fresco

Análisis	Cantidad	Límite máximo permitido
Mesófilo, ufc/g	$2,7 \times 10^5 \pm 0,017$	$1,0 \times 10^7$
Psicrófilo, ufc/g	$1,7 \times 10^4 \pm 0,004$	$1,0 \times 10^7$
Coniformes, NMP/g	$1,1 \times 10^3 \pm 0,010$	$1,0 \times 10^5$
<i>Listeria monocytogenes</i>	ND	< 3

ND: No detectada

Al realizar el análisis de varianza con interacciones de dos factores para el crecimiento de *L. monocytogenes* inoculada, se demostró que existían diferencias altamente significativas ( $F=14,08$ ;  $P<0,001$ ) entre todos los lotes analizados a los distintos tiempos de almacenamiento. Un análisis a posteriori basados en las diferencias mínimas significativas indicó que existen 4 grupos ( $40^\circ\text{C}/8\%$  sal,  $40^\circ\text{C}/10\%$  sal,  $50^\circ\text{C}/8\%$  sal y  $50^\circ\text{C}/10\%$  sal) significativamente diferentes, existiendo menor crecimiento en los grupos ahumados a  $50^\circ\text{C}$  y con salmuera de 1%.

En las Figuras 1 y 2 se muestran los resultados del crecimiento de *L. monocytogenes* inoculada en las muestras con tratamientos de salmuera y temperatura. Se observó una reducción mayor en los productos que tenían una concentración de sal de 10% con respecto a los que tenían una concentración de 8%. Después de ahumado hay una reducción de 4 unidades logarítmicas en los productos sometidos a una concentración de sal de 10%, duplicando a los productos con 8%, cuya reducción fue de 2 unidades logarítmicas. Esto se debe a la acción bactericida del humo, a la reducción de agua por medio del proceso de ahumado y por el aumento de la

concentración de sal en el producto producida por la deshidratación del mismo.

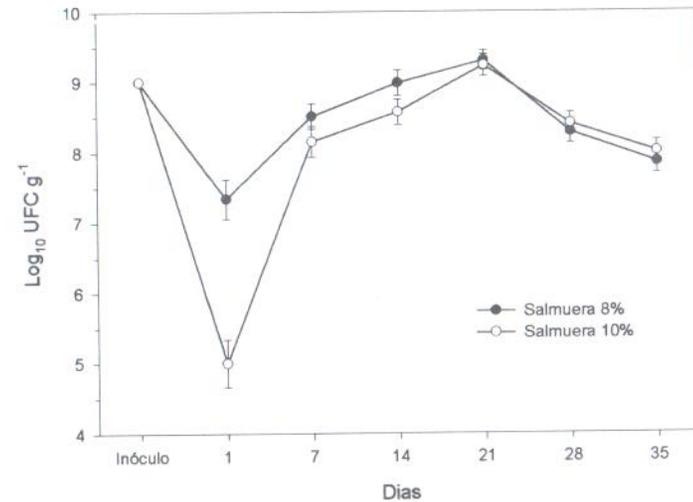


Figura 1. Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado a  $40^\circ\text{C}$ , en dos concentraciones de salmuera. Barras representan dos desviaciones estándar.

La temperatura de almacenamiento ( $7^\circ\text{C}$ ) no fue limitante para el crecimiento de *L. monocytogenes*, resultado semejante al de Walker *et al.* (1990), en el que a  $5^\circ\text{C}$  *L. monocytogenes* podía crecer una unidad logarítmica en intervalos de tiempos de 1 a 3 días, incrementándose este intervalo de tiempo cuando la temperatura era de  $0^\circ\text{C}$ .

Cole *et al.* (1990) demostraron que la concentración óptima de sal para que crezca *Listeria spp.* a temperaturas inferiores a  $10^\circ\text{C}$  es de 2-2,5%. Sin embargo, en nuestro estudio las concentraciones de sal utilizadas en la elaboración del producto no impidió el crecimiento de *L. monocytogenes*, lo que confirma lo reportado por Nolan *et al.* (1992), quienes demuestran que *L. monocytogenes* es capaz de crecer en medios con un 10% (w/w) de NaCl

y sobrevivir durante un año en soluciones que contengan un 16% (w/w) de NaCl.

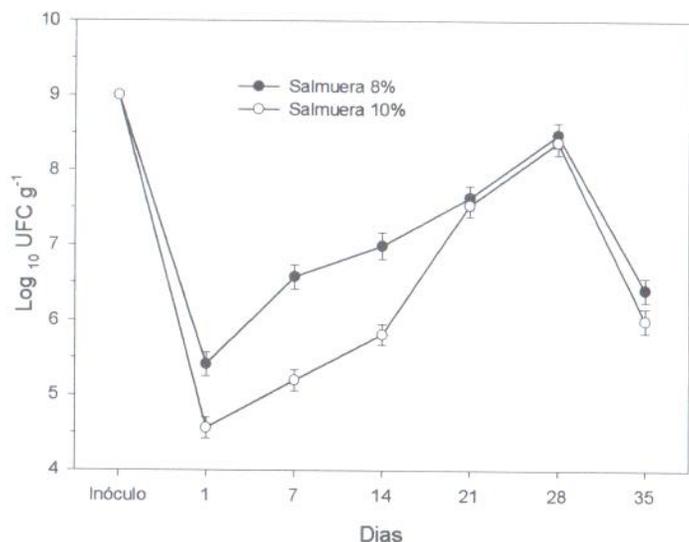


Figura 2. Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado a 50°C, en dos concentraciones de salmuera. Barras representan dos desviaciones estándar.

El efecto del vacío sobre *Listeria monocytogenes* no afectó su supervivencia y crecimiento. En estudios realizados por Schmidt y Kaya (1991), se observa que en los productos cárnicos envasados al vacío y almacenados a 4°C se incrementaba la población de *L. monocytogenes* de 2 a 4 unidades logarítmicas. Además, una de las principales características del género *Listeria* es la de tener un metabolismo anaerobio facultativo, lo que indica que un producto ahumado de atún, debe ser bien manipulado y en condición higiénico - sanitaria que impidan la contaminación con este microorganismo.

## CONCLUSIONES

1. El ahumado, como proceso de conservación del atún, tuvo un efecto inhibitorio sobre la población inicial de *L. monocytogenes* y durante los primeros días de almacenamiento en refrigeración, efecto que se reduce después de los 7 días de almacenamiento.
2. Hubo una mayor reducción en el número de recuentos de esta bacteria en los productos ahumados a 50°C y sometidos a un salmuera de 10%.
3. La combinación de salmuera, ahumado y temperaturas superiores a los 40°C reducen en más de 3% la humedad de los productos ahumados, afectando el crecimiento de *L. monocytogenes*.
4. La temperatura de almacenamiento y el empaque al vacío no inhiben el crecimiento de *L. monocytogenes*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguado V., A. Vitas e I. García. 1997. Estudio comparativo de tres métodos de enriquecimiento para recuperación y aislamiento de *Listeria monocytogenes* en alimentos. Memorias X Congreso de Microbiología de Alimentos. Valencia.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official Methods of Analysis. 13<sup>ra</sup> Ed. Washington, D.C., USA. 520 pp.
- APHA (American Public Health Association). 1992. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Food. 3<sup>ra</sup> Ed. Washington, D.C. USA. 1115 pp.
- Cole M., M. Jones y C. Holyoak. 1990. The effect of pH, salt concentration and temperature on the survival and growth of *Listeria monocytogenes*. J. Appl. Bact., 69: 63-72.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1979. Alimentos. Determinación de pH (Acidez iónica). Norma 1315-79. Caracas, Venezuela, 3 pp.

- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1982. Pescados y Productos Marinos. Determinación de Nitrógeno Básico Volátil Total. Norma 1948-82. Caracas, Venezuela, 4 pp.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1994. Alimentos. Pescado Salado, Seco, Seco-Salado. Norma 2394-94. Caracas, Venezuela, 3 pp.
- Chasseignaux E., M. Toquin, C. Raqimbeau, G. Salvat, P. Colin y G. Ermel. 2001. Molecular epidemiology of *Listeria monocytogenes* isolates collected from the environment, raw meat and raw products in two poultry- and pork-processing plants. *J. Appl. Microbiol.*, 91: 888-899.
- Duggan J. y C. Phillips. 1998. *Listeria* in the domestic environment. *Nutr. Food Sci.*, 2: 73-79.
- FDA (Food and Drug Administration). 1992. Bacteriological Analytical Manual. 7<sup>ma</sup> Ed. 31 pp.
- Hartemink R. y F. Georgsson. 1991. Incidence of *Listeria* species in seafood and seafood salads. *Int. J. Food Microbiol.*, 12: 189-196.
- Horak C., T. Fernández y E. Kairiyama. 2005. Estudio de la sensibilidad a la irradiación gamma de *Escherichia coli* 0157:H7 VT1 y VT2 en carne bovina picada refrigerada y congelada. Memorias X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1er Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías. Mar del Plata, Argentina.
- Huss H. 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Manual de capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad. Colección FAO Pesca, N° 348. 345 pp.
- Jay M.J. 1996. Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. *Food Control*, 7: 209-214.
- Marcano J., L. Marcano y X. Gutiérrez. 1993. Informe programa Atún año 1992. MAC - Fonaiap. 11 pp.

- Narváez M. 1999. Caracterización físico-química del músculo del atún listado *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) y del aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) de los océanos Atlántico y Pacífico. Tesis de grado. Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias. Departamento de Biología. Cumaná. 131 pp.
- Nolan D., D. Chamblin y J. Troller. 1992. Minimal water activity levels for growth and survival of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua*. *Int. J. Food Microbiol.*, 16(4): 323-335.
- Rocourt J. 1989. Human Listeriosis. WHO/HPP/FOS/91.3.
- Rijpens N., G. Jannes y L. Herman. 1997. Incidence of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat chicken and turkey products determined by polymerase chain reaction and line probe assay hybridization. *J. Food Protect.*, 60(5):548-550.
- Sánchez D. 1996. Elaboración y evaluación de un producto de humedad intermedia preparado a partir de fauna acompañante del camarón. Tesis de postgrado Ingeniería y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Oriente. Núcleo de Anzoátegui. Cumaná. 131 pp.
- SARPA (Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas). 1996. Estadísticas del subsector pesquero y acuícola de Venezuela (1990-1995). Ministerio de Agricultura y Cría. 105 p.
- Schmidt U. y M. Kaya. 1991. Comportamiento de *Listeria monocytogenes* en rodajas de embutidos escaldado envasadas al vacío. *Fleischwirtsch* (español), 1.
- Walker S., P. Archer y J. Banks. 1990. Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *J. Appl. Bact.*, 68:157-162.

**Revisión**

**Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos**

Leyla Ríos de Álvarez<sup>1</sup>\*, Josefina de Combellas y Ramón Álvarez Z.

**RESUMEN**

Las excretas de aves (EA) son recursos abundantes, económicos y se muestran como una alternativa en la alimentación de los ovinos. Presentan contenidos elevados de proteína cruda y son fuente de minerales, pero tienen algunas limitantes como son presencia de objetos extraños y residuos tóxicos, elevado contenido de minerales y nivel de humedad, emisión de olores, etc. Algunas de estas limitantes pueden ser solventadas a través de tratamientos físicos, biológicos o químicos que incluyen secado, peletizado, ensilado, entre otros. En la alimentación de ovinos es posible la inclusión de EA hasta niveles de 50-60% sin afectar el consumo de la dieta, incluso cuando se combinan con recursos económicos como tusa de maíz o melaza. Las ganancias de peso obtenidas en corderos tropicales alimentados con altos niveles de EA varían entre 56,9 y 167,3 g/día. El uso de EA mejora la rentabilidad del sistema de producción al reducir costos de producción, pero podría afectar la salud de los animales, al alterar los niveles de enzimas relacionadas con el funcionamiento hepático y producir lesiones leves en el hígado. Sin embargo, no se han señalado alteraciones en la calidad de la carne obtenida de estos animales. A pesar del amplio uso de este recurso en rumiantes, este se hace de manera empírica ya que la información publicada sobre este tema se encuentra dispersa. Esto genera potenciales riesgos en la producción animal y en la salud humana, siendo conveniente legislar su uso de acuerdo con los resultados experimentales obtenidos.

Palabras clave: ovinos, alimentación, excretas de aves, cama de pollos, salud animal.

<sup>1</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apartado Postal 4579. Maracay, Venezuela. \*Correo-E: riosl@agr.ucv.ve

## Review

### Use of poultry excreta in sheep feeding

#### SUMMARY

Poultry excreta (PE) are abundant and economic resources and an option to be used in sheep feeding. They have elevated contents of crude protein and are a mineral source, but may have some limitations, such as the presence of undesired objects, toxic residues, elevated contents of some elements, elevated humidity and emission of odors, which could be solved by processing with physical, chemical or biological treatments, including drying, pelleting, ensiling, etc. In sheep feeding it is possible to include PE up to levels of 50 to 60% without major effects on intake, even when mixed with other byproducts, such as corn cobs or sugar cane molasses. Live weight gains obtained with tropical lamb fed with high levels of PE are between 56.9 and 167.3 g/day. The use of PE reduce feeding costs and increase profitability of production systems, but could negatively affect animal health, altering liver enzymes levels and producing liver lesions; however, alterations in meat quality have not been reported. There is scarce information on the use of PE in sheep feeding, resulting in its empiric use by farmers that could affect human and animal health, and it is convenient to legislate on its use based on experimental results.

Key words: sheep, feeding, poultry excreta, animal health.

#### INTRODUCCIÓN

Los altos niveles de proteína y minerales esenciales en la nutrición animal junto con sus bajos costos hacen de las excretas de aves (EA) un recurso alimenticio atractivo para ser empleado en los sistemas de producción con rumiantes. Su empleo en vacunos es hacia donde se han dirigido mayormente los esfuerzos de investigación, siendo su uso en ovinos poco referido en la literatura.

En general, la información con bovinos demuestra que las EA se pueden emplear bien sea como suplemento para corregir deficiencias de proteína o de minerales del pasto u otro recurso fibroso utilizado como dieta base (situación que se presenta comúnmente durante la época seca en países tropicales) o como parte de una ración completa para animales en

crecimiento medio y terminal. En ambos casos los resultados han confirmados las bondades de este material dentro de la nutrición de los animales y de los sistemas de producción (Álvarez y Combellas, 2005; Combellas y Álvarez, 2001; Álvarez y Combellas, 2001; De Andrade *et al.*, 1997).

A pesar de estas bondades, la presencia de niveles tóxicos de algunos minerales, así como la presencia de cuerpos extraños junto a los posibles riesgos sanitarios y de la salud pública, comprometen su efectividad sobre la respuesta animal y pueden hacer de las EA un recurso potencialmente riesgoso, si se usa de manera inadecuada e irracional, sin corregir estas limitaciones.

Por otro lado, en el caso de los ovinos los resultados son escasos y la información se encuentra dispersa, dificultando su utilización práctica por parte de los productores. De allí que el objetivo fundamental de esta revisión sea recopilar y evaluar la información que existe, a fin de permitir un uso más eficiente por parte de los productores. Esto sin descartar la necesidad que existe de regular su uso mediante leyes que permitan su implementación racional y reducir así los riesgos que pudieran generarse hacia los animales y la salud pública.

Hay diferentes tipos de excretas de aves, la cama de pollos es un material proveniente de la cría de aves en piso e incluye el material utilizado como cama, excretas de aves y residuos de alimento y plumas, mientras que la gallinaza es el material proveniente de la cría de aves en jaulas y está constituida por excretas de aves y residuos de alimento y plumas.

#### Características nutricionales de las excretas de aves

##### Composición química

El Cuadro 1 resume la información encontrada en la literatura sobre la composición química de las EA. Al comparar estos materiales, se observa que en general los valores citados en la mayoría de las fracciones son similares. Sin embargo, en otras se aprecian diferencias de importante consideración, tales como las cenizas, que resultan más elevadas en la gallinaza debido al alto consumo de calcio de las ponedoras (Deshck *et al.*, 1998). Igualmente el contenido de proteína cruda (PC) es menor en la cama de pollos (CP) como consecuencia del efecto de dilución que ejerce el material utilizado como cama, que generalmente es muy pobre en esta fracción. No obstante, la principal diferencia entre estos recursos es el

contenido de humedad, que suele ser menor en la CP, debido a las propiedades absorbentes del material usado como cama. Cuando son procesadas, la humedad de la gallinaza es equivalente a la de la CP, ya que la mayoría de los procesos incluyen la deshidratación.

Otro elemento importante en la caracterización de las EA es su alto contenido de PC, el cual puede fluctuar entre 22,1 y 25,9% para la CP y gallinaza respectivamente. Sobre este particular, Ruiz (1984) señala que normalmente se esperaría que la CP contenga alrededor de 20% de PC, sin embargo este nivel puede ser tan bajo como 13,1% (De Andrade *et al.*, 1997), causado por una alta proporción de material usado como cama y/o también por una alta contaminación con tierra al momento de retirarla del galpón de aves.

Cuadro 1. Resumen de la composición química y nutricional de las excretas de aves reportados en la literatura.

Fracción	Cama de Pollo			Gallinaza		
	Bajo	Alto	Promedio	Bajo	Alto	Promedio
MS, %	63,3	89,8	76,6	30,8	87,4	59,1
PC, %	13,1	31,0	22,1	17,8	33,9	25,9
EE, %	1,0	3,3	2,2	2,1	6,5	4,3
FC, %	15,9	19,8	17,9	10,6	19,1	14,9
Cenizas, %	10,2	20,5	15,4	22,4	42,4	32,4
Ca, %	1,63	5,40	3,51	5,40	15,41	10,41
P, %	0,90	1,30	1,10	2,10	3,04	2,57
ED <sup>1</sup> kcal/kg			2.180			1.750

<sup>1</sup>Energía digestible

El contenido de proteína verdadera de la CP es similar al de los cereales (León *et al.*, 1985) ya que, entre 46 y 70% del nitrógeno total es proteína verdadera y entre 20 y 32% corresponde a ácido úrico. Estos valores son superiores a los señalados por Bhattacharya y Fontenot (1964, 1965), quienes calcularon que alrededor del 45% de la PC total de las EA está constituida por proteína verdadera y el resto por compuestos no proteicos de los cuales el ácido úrico representaba el 60% del NNP.

En ocasiones, la presencia de altos niveles de sílice proveniente de algunos materiales usados como cama (ej. cascarilla de arroz) junto con la posible contaminación con tierra durante la recolección, pudieran sobrestimar los valores de cenizas, por lo que los elevados niveles de esta

fracción en la CP no siempre reflejan un alto contenido de minerales en la misma. Requiriéndose precaución al momento de formular las raciones o ser utilizado para corregir deficiencias minerales en los pastos de los rumiantes. A pesar de esto, con frecuencia se señalan las EA como potenciales fuentes de minerales (León *et al.*, 1985; Álvarez y Combellas, 2003; Álvarez y Combellas, 2005), siendo especialmente ricas en calcio y fósforo (NRC, 1983; Méndez *et al.*, 2004a; Álvarez y Combellas, 2003), además de contener niveles considerables de otros microelementos (NRC, 1983). Deshck *et al.* (1998) encontraron valores de Cu similares (51,4 y 53,4 mg/kg MS) en la CP y la gallinaza, respectivamente.

En este Cuadro también se aprecia que el contenido de lípidos es bajo, variando entre 1 y 6,5% (Méndez *et al.*, 2004a), mientras que el de fibra es elevado y oscila entre 10,6 y 19,8% (NRC, 1983), resultando en bajos niveles de energía disponible, la cual además ha sido citada por distintos autores como una de las limitantes de las EA como recurso alimenticio (De Andrade *et al.*, 1997).

Respecto a la digestibilidad de la materia seca, ésta varía con el tipo de sistema avícola (León *et al.*, 1985) y el material usado como cama. Por lo tanto, no debe sorprender que cuando se usa como cama algún derivado de la madera, la digestibilidad de la CP sea muy baja (48-50% de la materia seca), mientras que con otros materiales o con las EA se pueden alcanzar valores por encima de 65% (Ruiz, 1984).

Un elemento de importante consideración dentro de la composición química de las EA y que también se aprecia en los resultados mostrados en el Cuadro 1, es su alta variabilidad, la cual ha sido atribuida a los numerosos factores que alteran su composición (Álvarez, 2001). En el caso de la CP se destacan principalmente el tipo de material que se use como cama (Ruiz, 1984; De Andrade *et al.*, 1997), grosor de la cama (León *et al.*, 1985) y el intervalo de recolección o edad de la cama (Álvarez y Combellas, 2003). Estos últimos autores encontraron que el aumento en el número de lotes de pollos de la CP incrementa los niveles de PC, calcio y fósforo y disminuye los de fibra. Sin embargo, concluyen que las mejoras son apreciables hasta el segundo lote, a partir del cual, los cambios son menores y no justifican los posibles riesgos sanitarios tanto para las aves como para las otras especies que la utilizarán.

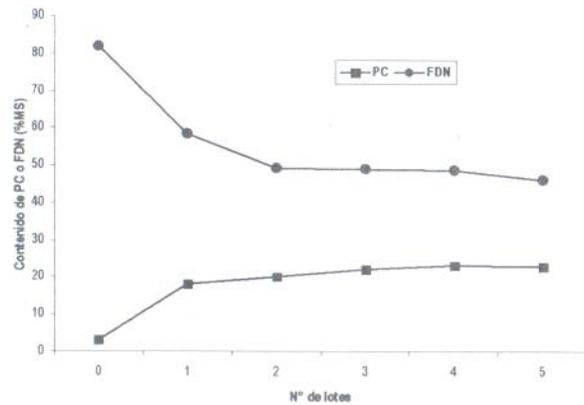


Figura 1. Variación de los porcentajes de proteína (PC) y fibra detergente neutra (FDN) en la cama de pollos, de acuerdo al número de lotes de aves.

Otros factores señalados son el tipo de explotación aviar (NRC, 1983), la densidad de la población de aves, el tiempo de almacenamiento, dieta de las aves y el pH, los cuales son discutidos por León *et al.* (1985). Más recientemente Deshck *et al.* (1998) al comparar la composición de muestras de CP y gallinaza, provenientes de diferentes partes de Jordania mencionan el lugar de procedencia de las EA como otro factor que modifica la composición.

Por lo tanto, esta amplia variación en la composición química plantea la necesidad de evaluar el recurso previo a su uso, con el fin de garantizar una mayor precisión al diseñar la estrategia alimenticia y por ende una mayor efectividad en los resultados obtenidos.

En resumen, las EA contienen niveles altos de algunas fracciones de interés nutricional, especialmente nitrógeno, calcio y fósforo. Un gran porcentaje del nitrógeno se encuentra bajo la forma de NNP (ácido úrico), por lo que los rumiantes están en mejores condiciones que los monogástricos para utilizar este nitrógeno, gracias a las características de su sistema digestivo, con una alta población de microorganismos en el rículo-rumen. En tal sentido, estas características sumadas a su bajo costo, hacen de las EA un recurso atractivo para ser empleado en sistemas de producción con rumiantes, incluyendo los ovinos, donde posiblemente su baja productividad y rentabilidad ha contribuido con el poco desarrollo de los mismos en el

país. No obstante, es necesario revisar otras características antes de emitir una conclusión definitiva sobre el uso de las EA.

Cuadro 2. Lista de patógenos que podrían estar presentes en la cama de pollos y ser potencialmente dañinos al hombre y/o al ganado

Microorganismo	Efecto dañino posterior	
	Al hombre	Al ganado
Virus de New Castle	Conjuntivitis	
Virus de Chlamydia o psittacosis	Neumonía	
<i>Erysipelothrix rhusiopathia</i>	Erisipela	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listeriosis	Vacunos y ovinos
<i>Mycobacterium avium</i>	Tuberculosis	Vacunos y cerdos
<i>Candida albicans</i>	Candidiasis	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Rinitis, asma	
<i>Clostridium botulinum</i>	Envenenamiento	
<i>Salmonella spp.</i>	Enteritis	
<i>Salmonella pullorum</i>		Vacunos y cerdos
<i>Clostridium perfringens</i>		Vacunos (enterotoxemia)
<i>Corynebacterium spp.</i>		Vacunos y equinos (abortos, cistitis)

Fuente: Bhattacharya y Taylor (1975).

### Limitaciones en el uso de las excretas de aves como alimento para animales

Los principales factores que limitan el uso de las EA como componente de los alimentos se resumen a continuación:

#### Aspectos sanitarios

Taylor y Geyer (1979) señalan que a pesar de no existir una penalización directa de parte de la FDA (Food and Drug Administration) por el uso de las EA, ya desde 1967, este organismo señalaba que el uso de drogas en cantidades variables en las raciones alimenticias para las aves no permitía considerarlas un alimento o componente de alimento seguro, debido a la posibilidad de encontrar residuos de drogas en los tejidos y subproductos de animales alimentados con EA.

Bhattacharya y Taylor (1975) enumeran los riesgos potenciales de infección resultantes del uso de la CP como alimento (Cuadro 2). Por otro lado, Alexander *et al.* (1968) aislaron del estiércol de gallina varias salmonellas, *Clostridia spp.*, mycobacterias, *Bacillus spp.*, corynebacterias,

actinobacilos, enterobacterias y streptococos, pero concluyen que es muy difícil que existan enfermedades que puedan ser transmitidas al bovino mediante el consumo de estiércol de aves. Ivos *et al.* (1966), Tiesenhausen *et al.* (1978) y Kinzell *et al.* (1983) no encontraron evidencias de daños o enfermedades en las canales de bovinos alimentados a base de CP.

Otro posible riesgo del uso de la CP como alimento para rumiantes es la transmisión de tuberculosis (Poundstone, 1964). Esto fue posteriormente corroborado por Bradley y Russel (1965) y Leman (1967), quienes afirman que si los bovinos se exponen a aves tuberculosas, pueden contraer la enfermedad y/o presentar reacción positiva a la prueba de tuberculina sin que necesariamente presenten síntomas o lesiones típicas de esta enfermedad. De la misma forma, Taylor y Geyer (1979) establecieron que organismos patógenos podían ser transmitidos de las aves a otros animales a través del uso de la CP como alimento. Existen varias enfermedades que afectan a las aves que pueden también afectar al ganado vacuno, cerdos, ovejas e incluso al hombre. Es por esto que la transmisión de estos organismos patógenos a partir de este recurso a otros animales y posiblemente al hombre constituye un riesgo de salud pública. Las EA son fuentes conocidas de salmonella y campylobacter y aún cuando la salmonella no es parte común de la flora intestinal de las aves, pueden ser adquiridas por estas a través del alimento (Bryan y Doyle, 1995). Sin embargo, aun cuando los rumiantes pudieran sumarse a la cadena de transmisión de estos patógenos, la fuente de origen son los sistemas aves y es a este nivel donde deberían comenzar las acciones tendentes a reducir los riesgos de salud pública.

Algunos autores han señalado que si existieran dudas sobre la inocuidad de la CP, siempre se tienen los recursos de deshidratación con calor artificial, el amontonamiento, el peletizado, el tratamiento químico y el ensilaje como métodos para eliminar las bacterias patógenas (Caswell *et al.*, 1978).

Un inconveniente sanitario que preocupó recientemente fue la posibilidad de que las EA fueran un vehículo para diseminar el príon que ocasiona la encefalopatía espongiforme bovina (enfermedad de las vacas locas). No obstante, este riesgo se ha minimizado luego de la prohibición del uso de subproductos de origen animal como ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados para animales (Álvarez, 2001).

En general se pudiera afirmar que la literatura no es uniforme y menos concluyente sobre la inocuidad ó no de las EA en rumiantes. En

ovinos la información es particularmente escasa, por lo que parece necesario continuar investigando sobre este aspecto antes de emitir una conclusión definitiva. Sin embargo, al comparar con la literatura existente, llama la atención los argumentos que utilizan algunos países para prohibir el uso de las EA como recurso alimenticio para animales, los cuales en su mayoría obedecen más a medidas de carácter preventivo, que incluso han tendido a ser más flexible con el tiempo, ante la inexistencia de casos que evidencien los riesgos sanitarios y de salud pública de este recurso.

#### *Presencia de elementos extraños y residuos tóxicos*

La presencia de elementos extraños como clavos, alambres, piedras entre otros, suele ser más común en la CP en comparación con la gallinaza, debido a la naturaleza de estos sistemas de producción. En los sistemas que generan CP, los animales son criados sobre un material que se usa como cama, colocado en el piso normalmente de tierra, lo que hace que durante la recolección de la CP se retire también parte de esta tierra que usualmente presenta estos elementos extraños. En el caso de los sistemas que generan gallinaza, las aves son criadas en jaulas y la recolección que se realiza es de excretas puras.

Respecto a la presencia de residuos tóxicos de compuestos químicos, es un aspecto de tanto mérito como la transmisión de bacterias patógenas, pues pueden eventualmente afectar al humano que consume la carne o leche contaminada. La industria avícola hace un uso extenso de productos veterinarios (coccidiostatos, antibióticos y otros aditivos) que podrían alcanzar niveles peligrosos en las EA, ya sea en su forma original o en forma de algún compuesto metabolizado (Ruiz, 1984).

En América Latina la información sobre el uso de productos químicos en la industria avícola, su concentración en las EA y la presencia de estos productos o sus metabolitos, en la carne o leche no es muy accesible (Ruiz, 1984). Ruiz y Ruiz (1978) alimentaron toretes recién destetados con una ración en que el 80% del N total era aportado por la CP sin tratar, durante 97 días. La CP contenía 4.3 ppm de arsénico, 1.551 ppm de Furazolidona y 11.3 ppm de Amprolium; los autores no encontraron arsénico en el corazón, hígado ni riñones de los animales y sólo se detectaron menos de 4 ppm en el pulmón y tejidos corporales de un animal y en la grasa renal de otros dos animales. La Furazolidona se acumuló en muy pequeñas cantidades en el corazón (menos de 1,18 ppm) e hígado (menos de 0,59 ppm). El Amprolium se detectó en el corazón, hígado, pulmones y riñones con la mayor concentración en el corazón (1-2 ppm). Con base a estos

resultados, los autores concluyeron que bajo esas condiciones, la CP puede usarse sin restricciones en la alimentación de bovinos.

#### *Contenido de Minerales*

El contenido de cenizas de la CP y la gallinaza en general constituye un indicador de calidad de estos materiales, valores entre 15 y 25% son aceptables, mientras que valores mayores de 28% pueden estar indicando contaminación con tierra, por lo que no es recomendable que sea suministrado como alimento para los animales. Estos altos contenidos de cenizas deprimen el consumo y además afectan la producción de los animales. Eventualmente pueden ocurrir algunos desbalances en los elementos aportados por la CP. En el caso particular de los excesos de cobre (Cu), estos afectan principalmente a los ovinos, que suelen ser muy susceptibles a la acumulación de este elemento a nivel del hígado, pudiendo ocasionar casos de toxicidad y muerte (Mississippi State University Extension Service, 1998). Esta referencia señala como niveles normales de Cu para vacunos de 250 a 500 ppm, sin embargo en otro estudio más reciente donde se evaluó específicamente el contenido de Cu y otros minerales en CP, los autores señalaron que en promedio contenían 82 ppm, variando de acuerdo al lugar de procedencia desde 23 hasta 161 ppm de Cu (Pacheco *et al.*, 2003).

Los ovinos son más sensibles a los niveles elevados de Cu en la dieta, que cualquier otra especie de interés zootécnico (Fontenot *et al.*, 1971; NRC, 1980), aunque otros autores solo han encontrado problemas en ovinos jóvenes (Deshck *et al.*, 1998). En el caso de los caprinos normalmente la literatura señala con mayor frecuencia casos de deficiencia de Cu, pudiendo ser una evidencia de que esta especie tolera mejor elevados niveles de Cu que los ovinos y bovinos (Meschy, 2000).

El proceso de toxicidad por Cu en los ovinos ocurre en dos etapas, prehemolítica y hemolítica. En el periodo prehemolítico, el Cu se acumula en el hígado durante 10 a 14 semanas y luego comienza la necrosis de los hepatocitos. En la medida que la carga de Cu aumenta, este elemento se acumula principalmente dentro de los lisosomas de los hepatocitos, ocurriendo luego la necrosis debido a la ruptura intracelular de los mismos y la liberación del Cu a la sangre. Los niveles elevados de Cu en la sangre causan una elevada entrada de este elemento a los eritrocitos, lo cual conduce a lesiones por oxidación y alteraciones en la estructura y metabolismo de la membrana. Aproximadamente 8 a 10 días más tarde

comienza la hemólisis (Jones *et al.*, 1984; Kumaratilake y Howell, 1989; Sansinanea *et al.*, 1996).

#### *Nivel de humedad*

El nivel de humedad debería estar entre 12 y 25% para facilitar el manejo y procesamiento de este material, niveles inferiores afectan el proceso de pasteurización por amontonamiento (procesamiento descrito más adelante), no se produce correctamente y además generará mucho polvo al ser suministrada a los animales, lo cual a su vez reduce el consumo. Si la humedad es mayor de 25%, el amontonamiento generará mucho calor, ocurriendo la desnaturalización de las proteínas del material, a la vez que dificulta el mezclado con otras materias primas (Mississippi State University Extension Service, 1998).

#### *Emisión de olores*

Los olores generados en los sistemas de producción de aves pueden provenir de las aves directamente, pero en su mayoría incluyendo el amonio, son subproductos naturales de la degradación microbiana del ácido úrico y de las heces. La conversión del nitrógeno de las heces en amonio varía en función de la temperatura, humedad y pH de las excretas y tasa de ventilación. También se ha demostrado que los olores aumentan con el contenido de humedad, de este modo, a mayor humedad de las excretas, se incrementa la liberación de amonio y por ende mayor generación de olores. Las excretas más húmedas tienen mayor degradación microbiana de ácido úrico excretado por las aves, lo que trae por consecuencia una mayor emisión de amonio (Carey *et al.*, 2004; Lacey *et al.*, 2004). Los galpones que usan sistemas de humidificación generalmente presentan excretas con mayor humedad en los lugares donde se acumulan éstas. Del mismo modo, los sistemas de enfriamiento por evaporación reducen el secado de las excretas, debido a que incrementan los niveles de humedad dentro de los galpones. En el otro extremo, excretas con bajo nivel de humedad ocasionan mayor producción de polvo, que viene a ser un elemento contaminante que puede transportar olores a la atmósfera. Así, la humedad óptima de las excretas que minimiza la emisión de olores y la producción de polvo está en el rango de 25 a 35% (Carey *et al.*, 2004).

#### **Procesamiento de la gallinaza y cama de pollos**

Para solventar la presencia de algunas de las dificultades mencionadas anteriormente y optimizar los resultados, es conveniente que

antes de su uso, las EA sean sometidas a un procesamiento previo, que puede ser importante para la eliminación de cuerpos extraños, destrucción de patógenos, mejorar el almacenamiento, características de manejo y mantenimiento, así como para incrementar la palatabilidad y reducir los olores (Fontenot, 1983; McCaskey y Anthony, 1979).

El mejoramiento nutricional de las EA puede ser alcanzado por tratamiento físico, químico ó biológico. Los procesos aplicados antes de usarse en la alimentación son: secado, amontonamiento (almacenamiento en montón), ensilaje, tamizado, peletización, preparación para alimentación líquida, oxidación aeróbica en lagunas, sistemas comerciales patentados de proteínas unicelulares y separación sólidos - líquidos, siendo una meta muy importante recuperar los nutrientes más útiles con la menor inversión de tiempo, energía y capital (NRC, 1983).

A continuación se describen de forma detallada los procedimientos más comunes:

#### *Tratamientos físicos*

**Tamizado:** Esta práctica va mas dirigida principalmente hacia la CP y se utiliza para eliminar los cuerpos extraños (clavos, alambres, piedras, etc.), que perjudican no solo al animal (León *et al.*, 1985), sino también a los equipos que se usen para mezclar estas materias primas. Es recomendable acompañar esta práctica con el uso de un imán para realizar más eficientemente la extracción de los cuerpos extraños, sobre todo los de menor tamaño que, no son retenidos por el tamiz (Álvarez, 2001).

**Almacenamiento en montón:** Este es el procedimiento más empleado, es económico y fácil de realizar. Consiste en apilar la cama a una altura de aproximadamente 1,5 m, causando calor espontáneo y deshidratación, con la intención de inactivar organismos patógenos (Fontenot y Webb, 1975; Hovatter *et al.*, 1979; McCaskey y Martin, 1988), por lo que el riesgo de infección de los animales que consumen la CP se reduce al mínimo (Fontenot, 1996). Cuando se realiza de forma adecuada, las temperaturas internas superan los 55°C, suficientes para inhibir el crecimiento o destruir la salmonella (Pugh *et al.*, 1994), ya que incluso con menores a 50°C son efectivas para controlar o destruir bacterias. También a través de este proceso se eliminan los malos olores y se mejora la palatabilidad.

Otros autores discrepan al respecto de la eficacia de este método para inactivar organismos patógenos. Así, en una revisión realizada por

Haapapuro *et al.* (1997) se señala que las temperaturas alcanzadas durante este proceso no son suficientemente altas para inactivar algunas especies de Salmonella y para eliminar *E. coli* (se requiere aproximadamente 63°C), ya que siempre se alcanzan temperaturas entre 43 y 60°C y mientras mayor sea la humedad de la cama, menores serán las temperaturas alcanzadas.

**Secado (natural o artificial):** Dirigido principalmente a bajar la humedad, lo que a su vez favorece la conservación y la reducción de microorganismos patógenos. También se eliminan los malos olores y consecuentemente mejora la palatabilidad (León *et al.*, 1985). Los procesos de calentamiento y secado suelen ser más eficientes que el almacenamiento o fermentación para la eliminación de patógenos (Caswell *et al.* 1975). En un proceso donde las excretas son colocadas en un secador de tambor o en un horno o estufa de aire forzado, las temperaturas pueden alcanzar 150°C o más dependiendo del método usado (McCaskey y Harris, 1988).

El secado también mejora las condiciones de las EA para un mejor mezclado con otras materias primas y es un procesamiento particularmente importante en el caso las gallinazas que normalmente presentan niveles altos de humedad, tal como se ha señalado anteriormente.

**Peletizado:** Este proceso incluye también el calentamiento y secado de la EA, lo cual resulta efectivo para controlar los patógenos. Con este procesamiento también se eliminan los malos olores, se mejora la palatabilidad y previene la selección de alimento que en algunos casos puede ocurrir cuando se utiliza como parte de una ración completa. La principal limitante de esta práctica es su elevado costo (Hull y Dobie, 1973).

#### *Tratamientos químicos*

Esta práctica consiste en el uso de sustancias químicas capaces de controlar o eliminar microorganismos patógenos, tal es el caso del formaldehído (Koenig *et al.*, 1978), óxido de etileno (Messer *et al.*, 1971) y bromuro de metilo (Harry *et al.*, 1973).

#### *Tratamientos biológicos*

Dentro de este grupo de tratamientos se destaca el ensilaje, cuyo objetivo principal es evitar la pérdida de nutrientes durante el

almacenamiento. Además de esto, también mejora la palatabilidad y controla o elimina los patógenos presentes en las EA.

Este proceso ha resultado exitoso y para garantizar un ensilaje de óptima calidad, es fundamental garantizar que los niveles de EA (15-45%, Harmon *et al.*, 1975a) y humedad (20-40%, Caswell *et al.*, 1978) sean los adecuados, lo que permitirá obtener una óptima fermentación y conservación.

Alimentar a ovejas con este tipo de silaje ha resultado en una eficiente utilización del nitrógeno (Harmon *et al.*, 1975b). Rasool *et al.* (2000) señalan que ensilando EA con pajas de cereales no solo incrementa el bajo contenido de N de estas últimas, sino que adicionalmente provee energía, calcio, fósforo y otros nutrientes. Siendo una forma de reciclar las EA como alimento para el ganado sin efectos no deseables sobre la salud de los animales.

#### Uso de la cama de pollos en la alimentación de ovinos

##### Consumo de dietas con EA

Méndez *et al.* (2004a), probaron el efecto de tres niveles de gallinaza (30, 40 y 50%) en dietas completas para corderos tropicales confinados, sobre el consumo de las mismas. Los otros ingredientes incluidos en las dietas completas fueron tusa de maíz, melaza, sebo y afrechillo de trigo. Como puede verse en el Cuadro 3, el nivel de EA en las dietas no afectó el consumo de las raciones ( $P>0,05$ ), demostrándose que en las condiciones de este experimento, puede incluirse hasta 50% en dietas completas de corderos en etapa de crecimiento sin afectar el consumo voluntario.

Cuadro 3. Consumo diario por animal y tratamientos expresado como g MS y % del peso vivo

Gallinaza en la dieta, %	Consumo de alimento ( $\pm$ DE)	
	gMS/animal/día	% PV
30	795,3 $\pm$ 150,4	4,9 $\pm$ 0,9
40	768,5 $\pm$ 144,4	4,7 $\pm$ 0,9
50	844,9 $\pm$ 229,0	5,1 $\pm$ 1,1

Méndez *et al.* (2004b) en otro experimento probaron la inclusión de dos niveles de tusa de maíz (13 y 26%) en dietas completas para ovinos en

crecimiento que contenían 50% de gallinaza, encontrando que no hubo diferencias en los consumos de MS (858,7 vs. 854,5 g/día, respectivamente). En bovinos, Gerig *et al.* (2000) evaluaron niveles desde 40 hasta 70% de CP en el concentrado ofrecido a voluntad a animales en crecimiento en pastoreo restringido. Observaron que el efecto sobre el consumo no era lineal, disminuyendo ligeramente al pasar de 40 a 50% de CP y apreciablemente entre 60 y 70%.

En una prueba realizada por Mavimbela y Van Ryssen (2001) utilizaron tres niveles de CP y melaza (m) (100% CP, 92.5% CP + 7.5% m y 85% CP + 15% m), con la finalidad de determinar el lugar y nivel de digestión de los nutrientes contenidos en este recurso. La mayor inclusión de melaza incrementó el consumo voluntario, aparentemente debido a un aumento de la tasa de pasaje de la digesta a través del tracto digestivo.

##### Respuesta animal en pequeños rumiantes en crecimiento

Las ganancias diarias de peso e índice de conversión de corderos en crecimiento alimentados con dietas que contenían 50% de gallinaza y dos niveles de tusa (13 y 26%), obtenidos por Méndez *et al.* (2004b), se observan en el Cuadro 6. Estos autores encontraron que el incremento de 13 a 26% de tusa de maíz en una ración que contiene 50% de gallinaza, causó deterioro en la eficiencia de uso de la misma, reduciendo la ganancia de pesos de los animales e incrementando el índice de conversión. Sin embargo, el uso de recursos abundantes y de bajo costo como la tusa y las EA en niveles de 13% y 50% respectivamente, permitió en esta experiencia ganancias de peso adecuadas para corderos tropicales en crecimiento.

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de los corderos por tratamientos (Media  $\pm$  DE).

Tratamientos	GDP, g/día	CA
50% G + 26% T	58,5 $\pm$ 27,3	18,5 $\pm$ 8,5
50% G + 13% T	99,2 $\pm$ 26,9	9,4 $\pm$ 2,2
Significancia	$P<0,05$	$P<0,05$

G: gallinaza, T: tusa de maíz. (Méndez *et al.*, 2004b).

Por otra parte, Padilla *et al.* (2000) obtuvieron mayores ganancias de peso (155 g/día) al alimentar ovinos en crecimiento con dos dietas, un

que contenía 28,2% de cerdaza, ofrecida durante los primeros 31 días y, otra que contenía 38% de EA, ofrecida los siguientes 28 días.

En otra experiencia, González (2000) evaluó durante 91 días corderos mestizos de la raza West African en crecimiento, seis de los cuales pastoreaban la cubierta herbácea (10% PC) del área adyacente a galpones de una explotación avícola, mientras otros seis corderos se mantenían en estabulación en puestos individuales recibiendo una dieta con 25% de CP (19% proteína cruda) a voluntad. En esta experiencia se obtuvieron ganancias diarias de peso mayores para los corderos que consumían la dieta con CP en comparación con las obtenidas en los corderos a pastoreo (111,4 vs. 42 g/día) ( $P<0,01$ ). Adicionalmente se evaluaron las canales de ambos grupos encontrando una tendencia a menor rendimiento aparente de los corderos a pastoreo en comparación con los estabulados. También señaló valores superiores para las grasas epiploicas, renal y pélvica ( $P<0,01$ ) y mayor grasa dorsal ( $P<0,05$ ) en los corderos estabulados y no encontró ninguna anomalía en las canales debida a la inclusión de CP en la dieta. Este autor concluyó que es factible la cría de corderos en pastoreo de cubierta herbácea entre galpones de una explotación avícola, pero que se pueden mejorar las ganancias en peso y algunas características de la canal si los animales son manejados en forma intensiva y alimentados con una dieta completa de bajo costo, que incluye CP producida en el sistema.

Murthy *et al.* (1995) comparando el crecimiento de corderos y cabritos suplementados con dietas que contenían niveles variables de CP y gallinaza, encontraron que la inclusión de hasta 30% de estas materias primas en el suplemento no ejerció efectos negativos sobre el crecimiento y eficiencia de uso del alimento, siendo las ganancias en peso de 56,9 y 44,6 g/día para los corderos y los cabritos, respectivamente.

En general los resultados obtenidos en animales en crecimiento alimentados con dietas que contienen EA son positivos y superiores a los obtenidos con animales en pastoreo sin suplementación o consumiendo dietas sin EA.

#### *Uso en ovejas en lactación*

En el caso de los vacunos el uso de suplementos y dietas que contengan CP o gallinaza en animales en lactación no es muy común, ante la sospecha (aunque en la práctica aún no ha sido demostrado), de que los posibles elementos tóxicos contenidos en las EA puedan contaminar la leche, afectando la calidad de los subproductos que se elaboren a partir de

ésta. Sin embargo, la suplementación de vacas de doble propósito al inicio de la lactancia pastoreando rastrojo de maíz, con 2 kg/día de un concentrado a base de CP, aumentó la producción de leche y disminuyó las pérdidas de peso de las vacas, además de mejorar la condición corporal de los animales y reducir apreciablemente el intervalo entre partos (Álvarez y Combellas, 1995).

No obstante, en ovejas tropicales, generalmente la producción de leche se destina en su totalidad a la cría de su(s) cordero(s), por lo que sería factible la suplementación de estos animales con cualquiera de estos recursos. De este modo, Pino (2001) realizó un experimento con ovejas tropicales y sus corderos. Las ovejas se alimentaban con pasto de corte como dieta basal y eran suplementadas con 500 g/día de dos suplementos: uno con 30% de CP y otro sin CP (S) y era medido entre otras cosas, el efecto de la suplementación sobre el crecimiento de los corderos y la variación de peso de las ovejas. Se obtuvo que las ovejas suplementadas con CP obtuvieron mayor peso promedio a lo largo del ensayo ( $P<0,05$ ) en comparación con las suplementadas con el que no contenía CP (36,02 vs. 33,67 kg, respectivamente). Por otra parte, en los corderos hubo una ligera tendencia a mayores pesos promedios al destete para las crías de las ovejas suplementadas con CP con respecto a las suplementadas con S ( $P=0,067$ ), siendo los pesos de 10,65 vs. 10,22 kg, respectivamente. En la Figura 2 se pueden observar las curvas de crecimiento de los corderos desde el nacimiento hasta el destete de los mismos.

Por otra parte, Parra (2001), evaluando la producción de leche de estas ovejas, encontró que desde la 4<sup>ta</sup> hasta la 10<sup>ma</sup> semana de lactación, las ovejas produjeron en promedio  $348\pm 196,6$  y  $311\pm 149,9$  g/día para las suplementadas con S y CP, respectivamente ( $P>0,05$ ). En la Figura 3 se pueden observar las tendencias de producción de leche para los dos grupos de animales a lo largo del ensayo.

Estas producciones de leche resultaron inferiores a las señaladas en otros experimentos realizados con ovinos tropicales, posiblemente debido a la alimentación que recibían estas ovejas. De este modo, Rondón (1984) señala producciones diarias de leche en ovejas de la raza West African de 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> a 4<sup>to</sup> parto de 441,4; 603,9 y 523,1 g/día, respectivamente. Estas ovejas eran alimentadas con heno de *Cenchrus ciliaris* (8,9% PC) *ad libitum* y 500 g/día de concentrado (26,8% PC), lo cual constituye una dieta más adecuada para este estado fisiológico.

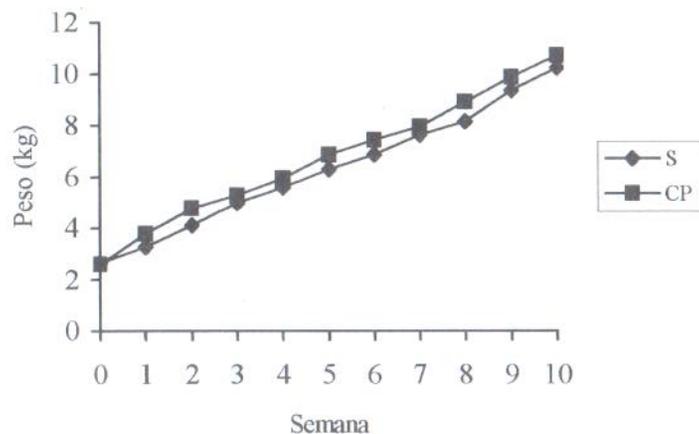


Figura 2. Crecimiento de los corderos desde el nacimiento hasta el destete (Pino, 2001).

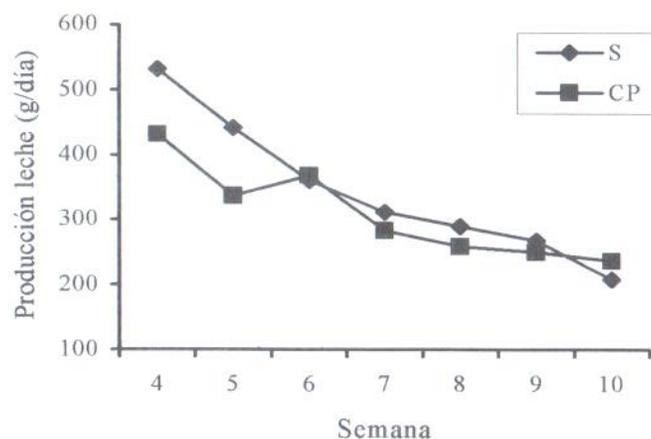


Figura 3. Producción de leche (g/día) de las ovejas por tratamiento (Parra, 2001).

A fin de evaluar la incorporación de los ovinos al pastoreo del estrato herbáceo presente en un sistema intensivo de pollos de engorde

durante el período seco, Ron (2002) evaluó un rebaño de 31 ovinos mestizos West African. La mitad del rebaño se encontraba solamente a pastoreo, mientras que la otra mitad se encontraba consumiendo además del pasto, una ración a voluntad con 60% de CP y 40% de afrechillo de trigo. Constituyendo así dos tratamientos, según estuvieran consumiendo el estrato herbáceo solo o el estrato herbáceo + CP. Las ganancias diarias de peso resultaron inferiores ( $P < 0,01$ ) para los animales que solo pastoreaban con respecto a las que además consumían CP (61,4 vs. 167,3 g/día para corderos y 21,8 vs. 94,8 g/día para ovejas no lactantes), en el caso de las ganancias de peso de las ovejas lactantes, estas resultaron similares ( $P > 0,05$ ). En esta experiencia la incorporación de los ovinos al sistema permitió un ahorro por el mantenimiento de las áreas verdes entre galpones, además del ingreso por venta de carne de ovinos, cuando estos consumían los dos desperdicios de la explotación avícola. De esta manera se evidenció que la inclusión de los ovinos en sistemas intensivos de pollos de engorde redundó en mayores beneficios tanto biológicos como económicos.

#### *Efecto sobre la salud animal y características de la carne*

No solo los aspectos productivos del animal resultan de interés cuando se evalúan la CP y la gallinaza en la alimentación de ovinos, también se deben abordar los temas de salud animal, ya que finalmente estos animales generan productos que serán consumidos por el humano. En este orden de ideas, Vivas (2002) encontró valores elevados de Transaminasa Glutámico Oxaloacética, evidenciando alteraciones marcadas en el tejido hepático, además de alteraciones a nivel del duodeno, páncreas y rumen en ovinos a pastoreo que consumían una dieta a voluntad con 60% de CP.

Más recientemente, Pérez (2004) evaluó el efecto que tiene en los ovinos el consumo por tiempo prolongado (7 meses) de elevados niveles de gallinaza en la dieta, sobre los valores de química sanguínea y posibles lesiones hepáticas. Los animales se distribuyeron en tres tratamientos, T0: ovinos que no habían consumido EA y eran suplementados con 300 g/día de concentrado (95% afrechillo de trigo + 5% minerales); T1: corderos que consumieron gallinaza durante 4 meses y dejaban de consumirla para evaluar la posible recuperación de los tejidos, siendo suplementados con 300 g/día del concentrado ofrecido en T0 y; T2: corderos que luego de consumir gallinaza durante 4 meses continuaron consumiendo una mezcla a voluntad de 50% gallinaza + 40% tusa + 10% melaza. Resultando los contenidos de cobre en hígado mayores para T1 y T2 en comparación con T0. Los valores de Aspartato Amino Transferasa (AST), Alanino Amino Transferasa (ALT) y Bilirrubinas (B) por encima de los valores normales para todos los tratamientos, producto del elevado aporte de Cu tanto en la

gallinaza como en el afrechillo, indicando esto problemas de necrosis hepática. La fosfatasa alcalina (FA) se encontraba por debajo de los valores de referencia, indicando que los animales no presentaron obstrucción biliar durante el ensayo. No se encontraron alteraciones histológicas en los hígados del T0, mientras que en T1 y T2 se encontraron alteraciones leves y moderadas, respectivamente. Los resultados obtenidos por este autor sugieren que se debe tener precaución cuando se usen niveles elevados de gallinaza durante periodos prolongados, para la alimentación de ovinos en crecimiento. Sin embargo, recomienda el uso de un alimento testigo positivo (sin aporte elevado de Cu), distinto al afrechillo de trigo, a fin de emitir conclusiones definitivas.

El efecto de la alimentación con CP sobre la calidad de la carne ovina ha sido poco documentada. Recientemente, Mavimbela *et al.* (2000) estudiaron el efecto de alimentar ovinos con dietas que contenían varios niveles de CP, sobre las características sensoriales de la carne y la composición de la canal. Las dietas eran cuatro y contenían 0, 28, 56 y 85% de CP. Se encontró que los animales que consumían la dieta con el nivel más elevado de CP (85%) presentaron características distintas como: reducción significativa del sabor de la carne y aceptabilidad de la misma, menores contenidos de ácido myristico (C14:0) y ácido margárico (C17:0) en la grasa subcutánea y concentraciones mayores de ácido linoleico (C18:3). Estos autores concluyeron que la inclusión de CP en la dieta de los ovinos hasta niveles de 56% no afectaban negativamente las características sensoriales de la carne, mientras que niveles mayores pueden tener un ligero efecto adverso sobre la composición de la grasa subcutánea y las características sensoriales.

### CONCLUSIONES

Las excretas de aves constituyen un recurso abundante y económico usado en la alimentación de ruminantes. Su inclusión en dietas para ovinos, en niveles elevados de hasta 50 y 60% no afecta el consumo. Además, su uso ha permitido respuestas adecuadas, expresadas en ganancias de peso.

Aún cuando los riesgos que acarrea el suministro de este recurso en los ovinos, no han sido profundamente comprobados, es importante que las excretas de aves sean utilizadas con precaución, evitando su uso por periodos prolongados y en niveles elevados. Tampoco debería descartarse la necesidad de crear una normativa clara por parte de los organismos competentes y apoyada en los resultados de las investigaciones que permitan

regular su uso en la producción animal, a fin de garantizar un empleo más eficiente y racional, reduciendo los riesgos sanitarios y de salud pública.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (Proyecto "Evaluación de un sistema alternativo de aves no tradicionales y ovinos asociado a una explotación intensiva de aves". No. PI-36-4558-1999), al Vicerrectorado Académico-UCV y a la Sección de Ovinos y de Aves de la Facultad de Agronomía-UCV por el financiamiento y apoyo logístico.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alexander D.C., J.A.J. Carriere y K.A. McKay. 1968. Bacteriological studies of poultry litter fed to livestock. *Can. Vet. J.*, 9:127-131.
- Álvarez R. 2001. Efecto de la suplementación con cama de pollos sobre 'as variables productivas de mautes y vacas de doble propósito a pastoreo. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 101p.
- Álvarez R. y J. Combellas. 1995. Suplementación con bloques multinutricionales de bovinos post destete pastoreando forrajes o rastrojo de sorgo en las estaciones lluviosa y seca. *Arch. Latinoamer. Prod. Anim.*, 3:1-5.
- Álvarez R. y J. Combellas. 2003. Efecto del número de lotes de aves sobre la composición química de la cama de pollos. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV.*, 44(1):59-65.
- Bhattacharya A.N. y J.P. Fontenot. 1964. Utilization of poultry litter nitrogen by sheep. *J. Anim. Sci.*, 23:867-878.
- Bhattacharya A.N. y J.P. Fontenot. 1965. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. *J. Anim. Sci.*, 24:1174-1183.

- Bhattacharya A.N. y J.C. Taylor. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: A review. *J. Anim. Sci.*, 41:1439-1457.
- Bradley M. y W. Russel. 1965. Poultry litter as a cattle feed. *Feedstuffs*. 37 (8):59-60.
- Bryan F.L., M.P. Doyle. 1995. Health risks and consequences of salmonella and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *J. Food Prot.*, 58:326-44
- Carey J.B., R.E. Lacey y S. Mukhtar. 2004. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 2. Flock and house management factors. *J. Appl. Poult. Res.*, 13:509-513.
- Caswell L.F., J.P. Fontenot y K.E. Webb. 1975. Effect of processing method on pasteurization and nitrogen components of broiler litter and nitrogen components of broiler litter and on nitrogen utilization by sheep. *J. Anim. Sci.*, 40:750-9.
- Caswell L.F., J.P. Fontenot y K.E. Webb. 1978. Fermentation and utilization of broiler litter ensiled at different moisture levels. *J. Anim. Sci.*, 46:547-561.
- Combellas J. y R. Álvarez. 2001. Uso de la cama de pollos en raciones para bovinos. En Tejos R., C. Zambrano, L.E. Mancilla y W. García (Eds.) VII Seminario Sobre Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Barinas, Venezuela. pp 21-31.
- De Andrade A., G. María Da y S. Novita. 1997. Utilização da cama-da-frango na alimentação de bovinos. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Pecuária do Sudeste. Circular Técnica N° 10. 30 p.
- Deshck A., M. Abo-Shehada, E. Allonby, D. I. Givens y R. Hill. 1998. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 73:29-35.
- Fontenot J.P. 1983. Utilization of animal wastes by feeding. En Ketelaes E.H. y S. Boer Iwema (Eds.) *Animal as Wastes Converters*.

- Proceedings International Symposium. Wageningen, Netherlands. pp 12-21.
- Fontenot J.P. 1996. Feeding poultry waste to cattle. Proceedings of the National Poultry Waste Symposium. Columbus OH. pp 52-64.
- Fontenot J.P. y K.E. Webb. 1975. Health aspects of recycling animal wastes by feeding. *J. Anim. Sci.*, 40(6):1267-77
- Fontenot J.P., K.E. Webb, K.G. Libke y R.J. Buchler. 1971. Performance and health of ewes fed broiler litter. *J. Anim. Sci.*, 33:283.
- González C. 2000. Crecimiento y calidad de la carne de corderos en un sistema aves-ovinos. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela 68p.
- Haapapuro E.R., N.D. Barnard y J.D. Michele. 1997. Review-Animal waste used as livestock feed: dangers to human health. *Preventive Med.*, 26:599-602.
- Harmon B.W., J.P. Fontenot y K.E. Webb. 1975a. Ensilaged broiler litter and corn forage. I. Fermentation characteristics. *J. Anim. Sci.* 40:144-155.
- Harmon B.W., J.P. Fontenot y K.E. Webb. 1975b. Ensilaged broiler litter and corn forage. II. Digestibility, nitrogen utilization and palatability by sheep. *J. Anim. Sci.*, 40:156.
- Harry E., W. Brown y G. Goodship. 1973. The influence of temperature and moisture on the disinfecting activity of methyl bromide on infected poultry litter. *J. Appl. Bacteriol.*, 36:343-349.
- Hovatter M., W. Sheehan, G. Dana, J.P. Fontenot, K.E. Webb y W. Lamm. 1979. Different levels of ensiled and deep stored broiler litter for growing cattle. *VPI & SU. Res. Div. Rep.*, 17:77-83.
- Hull J. y J. Dobie. 1973. Feedlot animal waste composted with cottonseed meal as a supplement for pregnant range cows. *ASAE. Paper No* 73-4506.

- Ivos J., A. Asaj, L. Marjanovic y Z. Madzirov. 1966. A contribution to hygiene of deep litter in the chicken house. *Poultry Sci.*, 45:676-683.
- Jones H.B., S.R. Gooneratne, J.McC. Howell. 1984. X-ray microanalysis of liver and kidney in copper loaded sheep with and without thiomolybdate administration. *Res. Vet. Sci.*, 37:273-282.
- Kinzell J., M. Yoko, L. Shull, C. Flegal, J. Krehbiel, S. Sleight, J. Anstead y W. Magee. 1983. Feeding of dehydrated poultry manure to steers on performance, blood and urine parameters and liver drug metabolizing enzyme activities. *Can. J. Anim. Sci.*, 63:381-389.
- Koenig S., E. Hatfield y J. Spears. 1978. Animal performance and microbial adaptation of ruminants fed formaldehyde treated poultry waste. *J. Anim. Sci.*, 46:490-498.
- Kumaratilake J.S. y J.McC. Howell. 1989. Lysosomes in the pathogenesis of liver injury in chronic copper poisoned sheep: an ultrastructural and morphometric study. *J. Comp. Pathol.*, 100:381-390.
- Lacey R.E., S. Mukhtar, J.B. Carey y J.L. Ullman. 2004. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 1. Odor concentrations and emissions. *J. Appl. Poult. Res.*, 13:500-508.
- Leman A.D. 1967. Chicken litter as source of protein for ruminants. *Feedstuffs*, 39:62-68.
- León A., J. Montilla y C. Sánchez. 1985. Manejo, procesamiento y utilización de las excretas de aves. *En Montilla J.J., A. León, S. Ramírez y R. Balda (Eds.) V Ciclo de Conferencias sobre Producción Avícola*. Maracay, Venezuela. 77 p.
- Mavimbela D.T., E.C. Webb, J.B.J. Van Ryssen y M.J.C. Bosman. 2000. Sensory characteristics of meat and composition of carcass fat from sheep fed diets containing various levels of broiler litter. *S. Afr. J. Animal Sci.*, 30(1):26-32.

- Mavimbela D.T. y J.B.J. Van Ryssen. 2001. Effect of dietary molasses on the site and extent of digestion of nutrients in sheep fed broiler litter. *S. Afr. J. Animal Sci.*, 31(1):33-39.
- McCaskey T.A. y W.B. Anthony. 1979. Human and animal health aspects of feeding livestock excreta. *J. Anim. Sci.*, 48:163-177.
- McCaskey T.A. y R.R. Harris. 1988. Microbial safety of animal waste formulated rations. *Highlights Agric. Res.*, 29:15.
- McCaskey T.A. y J.B. Martin. 1988. Evaluation of a process for improved quality and microbial safety of broiler litter. *Biol. Wastes*, 25:209-18.
- Méndez G., L. Ríos, J. de Combellas, O. Colmenares y R. Álvarez. 2004a. Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de dietas completas para ovinos estabulados en etapa de crecimiento. *Zootecnia Trop.*, 22(1): 1-14.
- Méndez G., L. Ríos, J. de Combellas, O. Colmenares y R. Álvarez. 2004b. Uso de tusa de maíz en dietas que contienen gallinaza sobre el comportamiento productivo de ovinos en crecimiento. *Zootecnia Trop.*, 22(1): 15-28.
- Meschy F. 2000. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. *Livestock Prod. Sci.*, 64:9-14.
- Messer J., J. Lovett, G. Murphy, A. Wehby, M. Schafer y R. Read. 1971. An assessment of some public health problems resulting from feeding poultry litter to animals. *Microbiological and chemical parameters*. *Poultry Sci.*, 50:874-881.
- Misselbrook T.H. 2000. Inventory of ammonia emissions from UK Agriculture 1999. Contract Report AM0108 Department for Environment Food and Rural Affairs, UK.
- Mississippi State University Extension Service. 1998. Broiler Litter as a Feed or Fertilizer in Livestock Operations. [On-line]: <http://www.msstate.edu/dept/poultry/pub1998.htm>

- Murthy K.S., M.R. Reddy y G.V.N. Reddy. 1995. Utilization of cage layer droppings and poultry litter as feed supplements for lambs and kids. *Small Ruminant Res.*, 16:221-225.
- NRC (National Research Council). 1980. Mineral Tolerances of Domestic Animals. National Academy of Sciences. Washington, DC. USA.
- NRC (National Research Council). 1983. Animal Wastes. Underutilized Resources as Animal Feedstuff. National Academy Press. Washington, DC. USA. 121 p.
- Pacheco J., J. Rosciano, W. Villegas, V. Alcocer y A. Castellanos. 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinizas producidas en el estado de Yucatán. *Téc. Pecu. Méx.*, 41(2):197-207.
- Padilla E., A. Castellanos, J. Cantón e Y. Noguel. 2000. Impacto del uso de niveles elevados de excretas animales en la alimentación de ovinos. *Livestock Research Rural Development*, 12(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/cas121.htm>
- Parra A. 2001. Efecto de la suplementación con un concentrado que incluye cama de pollo sobre la producción de leche de ovejas tropicales. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 48p.
- Pérez E. 2004. Efecto del consumo de gallinaza sobre la química sanguínea y alteraciones hepáticas en ovinos. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 51p.
- Pino A. 2001. Efecto de dos suplementos y dos tratamientos anticoccidiales sobre el crecimiento de los corderos. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 71p.
- Poundstone E.B. 1964. Poultry litter as animal feed. *Feedstuffs*, 36:42-45.
- Pugh D.G., J.G.W. Wenzel y G. D'Andrea. 1994. A survey on the incidence of disease in cattle fed broiler litter. *Vet. Med.*, 89:665-667.

- Rasool S., S.H. Raza y T. Ahmad. 2000. Rumen metabolism of sheep fed silage containing poultry litter. Proceedings FAO Electronic Conference on Tropical Silage. Roma, Italia. [On-line]: [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/05/X8486E/x8486e0n.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/05/X8486E/x8486e0n.htm)
- Ron J. 2002. Evaluación de la incorporación de los ovinos a un sistema intensivo de pollos de engorde durante el período seco. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 61 p.
- Rondón Z. 1984. Producción de leche en ovejas de la raza West African y del cruce Dorset Horn x West African. Trabajo de Ascenso para la Categoría Asistente. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 121 p.
- Ruiz M.E. 1984. Utilización del estiércol de aves en el engorde de bovinos. Primer Curso COLVEZA sobre alternativas para la intensificación del engorde de bovinos en el Trópico. Medellín. Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas de Antioquia, Colombia. 40 p.
- Ruiz A. y M.E. Ruiz. 1978. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. III Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. *Turrialba.*, 28:215-233.
- Sansinanea A., S. Cerone, A. Elperding y N. Auza. 1996. Glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in erythrocytes from chronically copper-poisoned sheep. *Comp. Biochem. Physiol.*, 114C:197-200.
- Shimada M. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México. México, D. F.
- Taylor J.C. y R.E. Geyer. 1979. Regulatory considerations in the use of animal waste as feed ingredients. *J. Animal. Sci.*, 48(1): 218-22.
- Tiesenhansen I.M.E., V. Von, H. Vilela, C.S. Pereira y J.A.F. Veloso. 1978. Substituição de farelo de algodão pela "cama" de frango ou pelo "esterco" de galinha na engorda de novilhos confinados. *Arq. Escola de Vet. Universidade Federal de Minas Gerais*, 30: 89-100.

UCV/FCA (Universidad Central de Venezuela/Fondo de Crédito Agropecuario). 1985. Desarrollo de la producción de leche en la zona central del país, basado en la utilización de recursos alimenticios no-tradicionales. 2: 26-32.

Vivas L. 2002. Evaluación de la ganancia diaria de peso y de posibles alteraciones en el tracto digestivo de ovinos alimentados con cama de pollos Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 51p.

## FE DE ERRATA

Informamos a los lectores de Zootecnia Tropical, que por razones involuntarias, no se incluyó el Cuadro 2 del artículo **Acumulación y distribución de biomasa en *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit., durante la fase de establecimiento. I. Repartición de biomasa**, publicado en el **22(2):147-156. 2004**, el mismo se presenta a continuación:

Cuadro 2. Distribución de la materia seca de la raíz (g planta<sup>-1</sup>) a distintas profundidades en cuatro líneas de *Leucaena leucocephala*

DDG	Líneas	MSr0-5	MSr5-25	MSr25-50	MSr50-75	MSrTotal
15	7984	0.05a†	0	0	0	0.05a
	9438	0.03a	0	0	0	0.03a
	18477	0.02a	0	0	0	0.02a
	cv Perú	0.04a	0	0	0	0.04a
30	7984	0.11a	0.02a	0	0	0.13a
	9438	0.18a	0.014a	0	0	0.19a
	18477	0.08b	0.018a	0.007	0	0.27a
	cv Perú	0.08b	0.011a	0.009	0	0.20a
45	7984	0.52a	0.11b	0.05b	0.03b	0.71ab
	9438	0.50a	0.04b	0.03b	0.02b	0.59b
	18477	0.81a	0.18a	0.13a	0.20a	1.32ab
	cv Perú	0.88a	0.16a	0.10a	0.30a	1.44a
60	7984	2.18a	0.9b	0.03b	1.04a	4.15b
	9438	1.80a	2.5a	0.06ab	0.71b	5.07ab
	18477	1.93a	1.86a	0.80a	0.75ab	5.34a
	cv Perú	1.59a	2.60a	0.70ab	0.8ab	5.69a
110	7984	6.6a	7.02a	2.10ab*	2.8a	18.52ab
	9438	8.7a	6.5a	5.08a*	2.6a	22.88a
	18477	6.5a	4.30a	1.16b*	1.1b	13.06b
	cv Perú	7.6a	8.03a	1.44b*	1.8b	18.87ab

†Valores con letras distintas en una misma columna indican diferencias entre líneas (P<0.05). \*estos valores fueron diferentes a P<0.01.

Igualmente, por razones involuntarias, no se incluyeron en Vol. 22(3) 251-263 2004, los Cuadros 1, 2, y 3 del artículo **La Concanavalina A reduce la Energía Metabolizable Verdadera del maíz**, las mismas se presentan a continuación:

Cuadro 1. Titulo hemaglutinante de los ingredientes y los tratamientos dietéticos evaluados

Ingredientes	Titulo hemaglutinante
Harinas de Maiz	Negativo
Harinas de Maiz + Con-A	+1
Harinas de Canavalia cruda	+3
Concanavalina A (aislada)	+12

Cuadro 2. Clasificación de la reacción inmunohistoquímica a la presencia de Con A en el duodeno de pollos de engorde de 3 semanas de edad y gallos adultos intubados con 200 mg de Con A

Clasificación	Reacción†				
	Fuerte	Moderada	Debil	Negativo	
I. Pollos de engorde					
Sol. Fisiológica				10	Negativo
Sol. Fisiológica + 200 mg Con A	0	4	4	2	M/D
II. Gallos adultos Sol.					
Fisiológica				10	Negativo
Sol. Fisiológica + 200 mg Con A				10	Negativo

†La intensidad de la reacción inmunohistoquímica fue clasificada así: Fuerte (F) corresponde a la reacción positiva a nivel apical, media y basal de la vellosidad intestinal evaluada; Moderada (M) corresponde a la reacción positiva en dos porciones de la región de la vellosidad evaluada y Débil (D) corresponde a la reacción positiva en una porción de la vellosidad estudiada. La ausencia de reacción se señala como negativo. n=10 vellosidades por lámina

Fe de erratas....

Cuadro 3. Efecto de la Con A sobre la digestibilidad de la energía metabolizable verdadera corregida por balance nitrogenado nulo (EMVn) de las harina de maíz, a las 48 y 72 horas de recolección †

Tratamientos	MSE (g)	EMVn (kcal/kg MS)
Maiz (0-48h)	9,4 ± 0,2d	3932 ± 34 <sup>a</sup>
Maiz (0-72h)	10,8 ± 0,2c	3836 ± 39ab
Maiz +Con-A (0-48h)	12,4 ± 0,4b	3800 ± 20bc
Maiz +Con-A (0-72h)	13,9 ± 0,2a	3699 ± 23c
Anavar	P<0,05	P<0,05

†Valores expresados como media ± error estándar, n=7.

abc, Letras diferentes entre los valores de una columna indican diferencias significativas (P<0.05).

En el Vol 23(1), correspondiente al artículo **Actividad fitásica in vitro de los microorganismos del rumen y degradación in situ de un sustrato fibroso en ovinos alimentados con diferentes regímenes**, se omitieron todos los Cuadros 1, 2 3 y 4 señalados en el texto, los mismos se presentan a continuación:

Cuadro 1. Alimento concentrado experimental para ovinos

Ingrediente†	Proporción - % -
Maíz molido	63,5
Torta de algodón	20,0
Melaza de caña	10,0
	2,0
<b>Mezcla mineral</b>	
Sal	1,5
Carbonato de calcio	2,0
Urea	1,0
PCE, %	15,6
EME, kcal/kg	2.524
Ca, %	0,78
Pt, %	0,32
Pf, %	0,24

† PCE: Proteína cruda estimada; EME: Energía metabolizable estimada Pt: fósforo total; Pf: bósforo fitico (80% P total)

Cuadro 2. Actividad fitásica (U/kg) de las bacterias del rumen de ovinos con diferentes regímenes alimenticios

Tiempo minutos	U/kg		
	F†	FC	FCC
30	0,3752 <sup>a</sup> ± 0,10	0,3749 <sup>a</sup> ± 0,01	0,4810 <sup>b</sup> ± 0,08
60	0,2024 ± 0,05	0,2048 ± 0,09	0,2766 ± 0,06
90	0,1197 ± 0,01	0,1062 ± 0,02	0,1792 ± 0,07
Promedio	0,2324 ± 0,05	0,2286 ± 0,04	0,3123 ± 0,07
Ecuación	Y=-0,005x + 0,547 R <sup>2</sup> =0,77; P<0,05	Y=-0,045x + 0,497 R <sup>2</sup> =0,72; P<0,05	Y=-0,005x + 0,614 R <sup>2</sup> =0,75; P<0,05

Cuadro 3. Degradabilidad (%) *in situ* de la MS, MO, PC y P del forraje en el rumen de ovinos con diferentes regímenes alimenticios

Tiempo Hora	F	FC	FCC
<b>% MS residual</b>			
3	80,9±0,85	81,3±1,18	82,1±1,83
6	80,0±0,92	80,5±1,26	80,1±1,77
12	76,0±1,58	77,5±1,69	77,4±2,58
24	69,5±4,88	72,3±2,72	72,4±1,33
48	69,4±0,08	69,6±2,51	69,6±1,26
72	66,7±1,48	63,6±4,45	67,5±2,11
Ecuación	Y=-0,204x+79,20 R <sup>2</sup> =0,67; P<0,01	Y=-0,264x+81,24 R <sup>2</sup> =0,83; P<0,01	Y=-0,204x+80,48 R <sup>2</sup> =0,79; P<0,01
<b>% MO residual</b>			
3	87,8±0,88	87,4±1,72	87,8±1,93
6	87,2±1,91	86,9±2,10	85,8±1,55
12	82,6±1,63	84,6±1,11	81,7±2,64
24	75,6±5,18	78,6±2,38	76,6±3,65
48	75,2±1,40	74,9±2,49	73,2±2,57
72	72,3±0,16	68,7±6,05	72,0±1,53
Ecuación	Y=-0,226x+89,16 R <sup>2</sup> =0,68; P<0,01	Y=-0,249x+85,12 R <sup>2</sup> =0,21; P>0,05	Y=-0,223x+85,68 R <sup>2</sup> =0,74; P<0,01
<b>% PC residual</b>			
3	82,7±4,06	87,5±4,24	62,9±5,84
6	79,3±4,52	89,1±3,22	65,9±6,68
12	80,5±4,13	72,2±3,65	57,5±3,85
24	69,1±8,13	81,9±6,33	50,6±2,47
48	67,1±4,23	63,8±8,67	50,2±6,98
72	68,0±5,79†	66,2±5,92	49,9b±3,52
Ecuación	Y=-0,214x+80,32 R <sup>2</sup> =0,42; P<0,05	Y=-0,317x+85,95 R <sup>2</sup> =0,46; P<0,05	Y=-0,206x+61,78 R <sup>2</sup> =0,31; P<0,05
<b>% P residual</b>			
3	44,3±4,03	44,1±2,87	61,3±9,01
6	40,0±8,75	40,2±1,37	53,7±5,80
12	36,2±0,75	35,9±2,02	50,8±6,28
24	34,9±5,55	34,5±4,65	50,3±7,13
48	33,0±0,04	33,8±4,50	51,6±6,73
72	31,7a±0,71	33,6a±3,58	50,7b±5,62
Ecuación	Y=-0,145x+40,58 R <sup>2</sup> =0,61; P<0,05	Y=-0,107x+40,08 R <sup>2</sup> =0,22; P>0,05	Y=-0,074x+54,97 R <sup>2</sup> =0,06; P>0,05

F: Forraje; FC: F+300g concentrado/animal/día; FCC: F+ 600g concentrado/animal/día.

† Promedios con distintas letras son diferentes entre si (P<0,05)

Cuadro 4. Valores de pH en líquido ruminal de ovinos diferentes regimenes alimenticios

Tiempo Hora	F	FC	FCC
0	6,49±0,25	6,72±0,23	6,45±0,23
2	6,25±0,02	6,40±0,32	6,08±0,36
4	6,43±0,43	6,15±0,19	6,06±0,28
8	6,34 <sup>a</sup> ±0,28†	5,95 <sup>b</sup> ±0,09	5,61 <sup>b</sup> ±0,13
Ecuación	Y=6,414-0,0337x R <sup>2</sup> =0,38; P<0,05	Y=6,631-0,0928x R <sup>2</sup> =0,65; P<0,05	Y=6,395-0,0982 R <sup>2</sup> =0,63; P<0,05

† Promedios con distintas letras son diferentes entre si (P<0,05)

F: forraje; FC: F+ 300g concentrado; FCC: F + 600 g concentrado

**COORDINACIÓN EDITORIAL**

*Dr. José Luis Gil*

**COMPOSICIÓN**

*Dr. Nestor E. Obispo*

**MONTAJE**

*Nury Castillo*

**FOTOLITO**

*Mario Pino y Nury Castillo*

**IMPRESIÓN**

*Juan Salas*

IMPRESO EN EL TALLER GRÁFICO DEL INIA

JUNIO 2005

Tiraje: 500 ejemplares

