



# Zootecnia Tropical

ISSN: 0798 - 7269  
AÑO 25 VOL. 25 No. 4 2007

---

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS - VENEZUELA

---

# ZOOTECNIA TROPICAL

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas  
Maracay, Venezuela**



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS  
ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Yván Gil  
PRESIDENTE

Dra. Nelly Delgado  
GERENTE GENERAL

Dra. Jorman Rodríguez  
GERENTE DE INVESTIGACIÓN

Ing. M.Sc.. María E. Martín  
GERENTE DE NEGOCIACIÓN TECNOLÓGICA

**COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL**

Dr. José L. Gil  
EDITOR JEFE

Dr. Néstor E. Obispo  
EDITOR ASISTENTE

Rosa Terán  
SECRETARIA

**EDITORES ASOCIADOS**

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

Sección Nutrición  
Dra. Susmira Godoy (INIA)

Sección Piscicultura y Acuicultura  
Dr. José Alió (INIA)

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

Sección Sanidad  
Dr. Nestor E. Obispo (INIA)

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

**CONSEJO ASESOR**

Dr. Carlos Lascano (Colombia)  
Dra. Alicia Rabasa (Argentina)  
Dr. Lee McDowell (EEUU)  
Dr. Julio Lee (Cuba)  
Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)  
Dr. Armando Fuentes (Venezuela)  
Dra. Josefina Combellas (Venezuela)

Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)  
Dr. Manuel Fondevilla (España)  
Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)  
Dr. Rony Tejos (Venezuela)  
Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)  
M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)

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

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

**VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN:**

VENEZUELA (Bs.)  
Un año: 65.000,00  
Ejemplar: 17.000,00

EXTERIOR (US \$)  
One year: 40.00

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

## ZOOTECNIA TROPICAL

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

Revista trimestral del Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela

Sitio Web: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/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) Fondo Nacional de  
Investigaciones Agropecuarias. 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.), Biosis Zoological Records (USA), Agroforestry Abstracts (USA), IICA-CIDIA (Costa Rica), Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda), AGRIS (FAO-Roma), LATINDEX (México), IAMSLIC (USA), Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (México), MEDIATHEK (Alemania), Periodica (México), REVENCYT (Venezuela), Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica), Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica), Base Agrícola Venezolana (INIA, Venezuela), Bioline (Canadá), Scielo (Venezuela).

### 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.



## SUMARIO Vol. 25 No. 4

## Agradecimientos

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- CENTENO L., SILVA-ACUÑA R., BARRIOS R., SALAZAR L. R., MATUTE C. y PÉREZ J. L. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela.....237
- FARÍA M. J., CHIRINOS Z. y MORILLO D. E. Efecto de la sustitución parcial del alimento concentrado por pastoreo con *Leucaena leucocephala* sobre la producción y características de la leche y variación de peso de vacas mestizas .....245
- MÁRQUEZ F., SÁNCHEZ J., URBANO D. y DÁVILA C. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína.....253
- NODA Y., MARTÍN G., MACHADO R., GARCÍA D E. y MEDINA M. G. Efecto de dos frecuencias y alturas de corte en la producción de biomasa de morera (*Morus alba* Linn.) .....261
- OVALLES F. A., RODRÍGUEZ M. F., ESPINOZA Y., CORTÉZ A., PÉREZ M. J., CABRERA E., GIL J. L. y OBISPO N. E. Uso de imágenes satelitales de alta resolución para evaluar parcelas experimentales en ensayos silvopastoriles.....269
- SULBARAN L., ARAQUE H., VECCHIONACCE H. y GONZÁLEZ C. Daños podales en cerdas gestantes y lactantes alojadas en cuatro tipos de instalaciones .....279
- SANDOVAL E., MORALES G., JIMÉNEZ D., PINO L. A. y MÁRQUEZ O. Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores hematoquímicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales .....285
- GODOY S., CHICCO C. F., MORGADO A., PIZZANI P., ARIAS A. y PALMA J. Crecimiento y mineralización ósea de pollos de engorde alimentados con fosfatos nacionales .....291

## NOTAS TÉCNICAS

- MEJÍA-SILVA W., RUBIO-GUILLÉN J., CALATAYUD-MÁRQUEZ D., RODRÍGUEZ-CALDERA A. y QUINTERO-MORENO A. Evaluación de dos probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes.....301
- YASUI S. G, DOS SANTOS L. C., SHIMODA E., RIBEIRO-FILHO P. O., CALADO L. L., FREITAS S. A., VIDAL Jr. V. M. e FERREIRA B. E.. Masculinização de três linhagens de tilápias do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17- $\alpha$ -metil-testosterona.....307
- Índice acumulado de títulos ..... 311
- Índice acumulado de autores ..... 315
- Índice acumulado de materias ..... 321

## Acknowledgments

## TABLE OF CONTENTS Vol. 25 No. 4

## SCIENTIFIC ARTICLES

CENTENO L., SILVA-ACUÑA R., BARRIOS R., SALAZAR L. R., MATUTE C., and PÉREZ J. L. Haematological characteristics of the cachama ( <i>Colossoma macropomum</i> ) in three phases of growth in Delta Amacuro state, Venezuela.....	237
FARÍA M. J., CHIRINOS Z., and MORILLO D. E. Effect of partial substitution of concentrate feed by grazing with <i>Leucaena leucocephala</i> on the production and characteristics of milk, and live weight change of crossbred cows.....	245
MÁRQUEZ F., SÁNCHEZ J., URBANO D., and DÁVILA C. Evaluation of the cutting frequency and fertilization types on three elephant grass genotypes ( <i>Pennisetum purpureum</i> ). 1. Yield and protein content.....	253
NODA Y., MARTÍN G., MACHADO R., GARCÍA D E., and MEDINA M. G. Effect of two pruning frequencies and heights on the biomass production of mulberry ( <i>Morus alba</i> Linn.) .....	261
OVALLES F. A., RODRÍGUEZ M. F., ESPINOZA Y., CORTÉZ A., PÉREZ M. J., CABRERA E., GIL J. L., and OBISPO N. E. Use of high resolution satellite images to evaluate experimental plots in silvopasture essays .....	269
SULBARAN L., ARAQUE H., VECCHIONACCE H., and GONZÁLEZ C. Foot damages in pregnant and lactating sows housed in four types of facilities.....	279
SANDOVAL E., MORALES G. JIMÉNEZ D., PINO L. A., and MÁRQUEZ O. Effect of antihelmintic and antianemic treatments on gain weight and haematochemical indicators in tropical sheep infected under natural conditions.....	285
GODOY S., CHICCO C. F., MORGADO A., PIZZANI P., ARIAS A., and PALMA J. Growth and bone mineralization in chicken broilers fed with national phosphates....	291

## TECHNICAL NOTES

MEJÍA-SILVA W., RUBIO-GUILLÉN J., CALATAYUD-MÁRQUEZ D., RODRÍGUEZ-CALDERA A., and QUINTERO-MORENO A. Evaluation of two probiotics upon productive parameters in suckling piglets.....	301
YASUI S. G., DOS SANTOS L. C., SHIMODA E., RIBEIRO-FILHO P. O., CALADO L. L., FREITAS S. A., VIDAL Jr. V. M., and FERREIRA B. E. Masculinization in three strains of Nile tilapia using the synthetic androgen 17- $\alpha$ -methyl-testosterone ...	307
Accumulated index of titles.....	311
Accumulated index of authors.....	315
Accumulated index of subjects.....	321

## **Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela**

Luisa Centeno<sup>1</sup>, Ramón Silva-Acuña<sup>2</sup>, Renny Barrios<sup>2</sup>, Raquel Salazar Lugo<sup>3</sup>,  
Cecilio Matute<sup>1</sup> y José L. Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Delta Amacuro, Tucupita, Delta Amacuro, Venezuela. \*Correo-E: lcenteno@inia.gob.ve

<sup>2</sup> INIA, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas, Maturín, Monagas. Venezuela.

<sup>3</sup> Laboratorio de Proteína e Inmunotoxicidad, Postgrado Biología Aplicada, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente. Cumana, Sucre, Venezuela

---

### **RESUMEN**

Con el objetivo de determinar las características hematológicas que puedan vincularse para diagnosticar la condición de salud, se examinaron 30 ejemplares de cachama (*Colossoma macropomum*), de cada una de las categorías de reproductores, juveniles y alevines, respectivamente, mantenidos en condiciones de cautiverio, en lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro. Para el análisis hematológico, las muestras de los juveniles y reproductores se tomaron a través de punción de la vena caudal y para los alevines por cortes del pedúnculo caudal. Se determinaron los valores de hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitos y leucocitos y se calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media. El análisis e interpretación de los resultados se realizó por estadística descriptiva y la comparación entre las variables cuantificadas en la sangre por la prueba de t-student, entre las categorías de tamaño de la especie estudiada. Por la prueba de t se encontraron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines-juveniles y alevines- reproductores, pero no hubo diferencias entre juveniles y reproductores. Para la variable concentración de hemoglobina corpuscular media, no se determinaron diferencias entre juveniles y adultos. Los valores de hemoglobina y hematocrito para alevines oscilaron entre 28,58-31,16% y 9,51-10,37 g/dL, respectivamente, mientras que los de juveniles estuvieron entre 30,70- 32,84% y 10,22-10,92 g/dL. Los valores en peces adultos oscilaron entre 30,66-36,74% y 10,77-12,15 g/dL. Para los peces juveniles y adultos de cachama en condiciones de lagunas de cautiverio, el índice de la concentración de hemoglobina corpuscular media se presentó como característica de mucha confiabilidad para la condición de calidad sanguínea. Sus valores estuvieron comprendidos entre 33,27 y 33,34 g/dL. Los resultados obtenidos permiten sugerir el potencial uso de los valores del hematocrito, de la hemoglobina y la concentración de hemoglobina corpuscular media, como indicadores de la condición corpórea de alevines, juveniles y reproductores de la cachama, en condiciones de lagunas.

*Palabras clave:* Hematología, *Colossoma*, Piscicultura.

---

### **Haematological characteristics of the cachama (*Colossoma macropomum*) in three phases of growth in Delta Amacuro state, Venezuela**

#### **ABSTRACT**

In order to determine the hematological characteristics that could be used to diagnose the health condition, there were examined 30 specimens of cachama of each one of this categories: breeder, juvenile and alevins; respectively, kept up in conditions of captivity, in lagoons of the Experimental Station of Delta Amacuro. For the hematologic analysis, the samples from juvenile and breeders were taken through puncture of the caudal

vein, and those from the alevins were taken through cuts of the caudal peduncle. There were determined the values of hematocrite, hemoglobin, the recount of erythrocytes and leukocytes; and also were calculated the hematimetric indexes: medium corpuscular volume, medium corpuscular hemoglobin and concentration of medium corpuscular hemoglobin. The analysis and interpretation of the results were realized by descriptive statistics, and the comparison between the quantified variables in the blood by the test of t-student, between the categories of size of the studied specie. The test of t showed differences for the hematocrite and hemoglobin variables between alevins-juvenil and alevins- breeders, but there were not differences between juvenile and breeders. There were not found differences for the variavel concentration of medium corpuscular hemoglobin. The values of hemoglobin and hematocrite for alevins ranged between 28.58–31.16 and 9.51–10.37 g/dL, respectively, whereas the values for juveniles ranged between 30.70–32.84% and 10.77–12.15 g/dL. The values for breeder ranged between 30.66–36.74% and 10.77–12.15 g/dL. For the juvenile and adults of cachama, in the conditions of captivity, the index of concentration of the medium corpuscular hemoglobin presented itself as a characteristic of great reliability for the condition of blood quality. Their values were between 33.27 and 33.34 g/dL. The obtained results allow to visualize the potential use of the values of the hematocrite, hemoglobin and concentration of medium corpuscular hemoglobin as indicators of the corporeal condition of alevins, juvenile and adults of cachama in lagoon conditions.

*Keywords:* Hematology, Colossoma, Fish culture.

## INTRODUCCIÓN

La ictiohematología puede ser definida, en términos generales, como una disciplina que estudia la sangre de los peces; sin embargo, en términos prácticos, estudia las células sanguíneas morfológica, bioquímica y funcionalmente, así como también los órganos hematopoyéticos, las enfermedades relacionadas con ellos y cualquier fenómeno o patología que relacione las células y/o sus órganos productores (Valenzuela *et al.*, 2003).

Los valores hematológicos y la bioquímica sanguínea son herramientas válidas muy útiles en la determinación del estado de salud y el equilibrio metabólico en los peces, tanto de vida silvestre como en cultivos intensivos. La posibilidad de evaluación de estos parámetros depende de la disponibilidad de valores de referencia “normales” de diferentes componentes sanguíneos que son buenos indicadores del estado de salud de los peces en condiciones naturales, así como de cambios en su hábitat (De Pedro *et al.*, 2004).

Estudios sobre hematología de peces demuestran que las variaciones en las condiciones ambientales como temperatura, pH, oxígeno, entre otros, causan modificaciones fisiológicas en los niveles de algunos parámetros sanguíneos (Alvarado, 1997; Valenzuela *et al.*, 2002). Además, se ha determinado que estos pueden estar también influenciados por numerosos

factores tales como la especie, la edad, el fotoperiodo, el estado nutricional y la metodología usada para su determinación (De Pedro *et al.*, 2004).

Las variaciones de los parámetros hematológicos como hematocrito, leucocitos, recuentos celulares y concentración de hemoglobina pueden ser utilizados como indicadores de contaminación y como indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés (Valenzuela *et al.*, 2003). En relación a indicadores fisiológicos, el estudio de las características sanguíneas puede aportar importante información complementaria para el diagnóstico y pronósticos de las condiciones mórbidas en poblaciones de peces; y también para la identificación, diagnóstico y control de estrés y/o enfermedades con la finalidad de mantener la salud de los peces. (Tavares-Dias y Mataquero, 2004; Tavares-Dias *et al.*, 2003).

Debido al auge de la piscicultura y a los desarrollos piscícolas de la cachama (*Colossoma macropomum*), se considera importante la realización de investigaciones ictiosanitarias y estudios hematológicos, con la finalidad de controlar los niveles de producción y productividad, además de evaluar la condición fisiológica de los peces en cultivo lo cual garantizaría potencialidad del cultivo. Es por ello que actualmente, en las evaluaciones ictiopatólogicas se utilizan cada vez más las informaciones sanguíneas y ante la falta de estudios hematológicos en especies autóctonas con potencial de cultivo, principalmente la cachama, se

consideró necesario la realización de un trabajo de investigación con la finalidad de estudiar las variables hematológicas de esta especie en condiciones de cultivo, contribuyendo con el conocimiento de los valores hemáticos, como un aporte para el establecimiento de los controles ictiosanitarios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2004, se examinaron 30 ejemplares de cachama de cada una de las siguientes etapas de vida: reproductores, juveniles y alevines. A cada uno de los peces de cada categoría se les determinó la longitud total (cm) y el peso (g), los cuales presentaron los promedios de longitud total y peso de 67,90 cm y 6,77 kg para reproductores; 25,16 cm y 250,60 g para juveniles y 10,31 cm y 15,07 g, respectivamente, para alevines provenientes de las lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro (9° 07' 33" N, 62° 05' 52" O) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, en Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela.

A los reproductores, juveniles y alevines se les realizó el análisis hematológico. La muestra de sangre en los juveniles y reproductores se realizó a través de punción de la vena caudal con una jeringa de 3 mL impregnada con heparina sódica como anticoagulante y, específicamente, por cortes del pedúnculo caudal a los alevines, colectando la sangre en tubos capilares heparinizados.

Con estas muestras se determinaron los valores de hematocrito (%) a través del método del microhematocrito (Goldenfarb *et al.*, 1971), la concentración de hemoglobina (g/dL) por la técnica de la cianometahemoglobina, de acuerdo con Collier (1944); el recuento globular de eritrocitos ( $\times 10^6/\mu\text{L}$ ) y leucocitos ( $\times 10^4/\mu\text{L}$ ) (Goldenfarb *et al.*, 1971), mediante la preparación de muestras de sangre diluidas (1:2000) en solución de Dacie para peces, donde se realizó el conteo de células sanguíneas en la cámara de Neubauer mediante observaciones microscópicas. De acuerdo con la metodología establecida por Wintrobe (1934), se calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio (VCM, fL), hemoglobina corpuscular media (HCM, pg) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM, g/dL), utilizando para ello los valores de hematocrito, eritrocitos y hemoglobina. El análisis de los resultados se realizó por estadística descriptiva y la comparación

entre las variables cuantificadas en la sangre por la prueba de t-student, entre las categorías de tamaño de la especie estudiada. Además, se realizaron análisis de regresión y correlación para explorar relaciones entre las variables estudiadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el ajuste de los datos de la longitud vs. el peso de la muestra compuesta por alevines, juveniles y reproductores de cachama, empleada en el experimento. El modelo ajustado del análisis de regresión del tipo exponencial fue significativo a nivel de 5% de probabilidad por la prueba de "t", con un coeficiente de determinación de 0,99, los cuales según Cornell y Berger (1987), son las características fundamentales del análisis de variancia de la regresión para la selección del modelo de ajuste de datos del tipo cuantitativo. Para este experimento en particular, el modelo ajustado permite estimar, con suficiente confiabilidad, los valores de longitud si se cuenta con los valores de peso y viceversa, en cualquier etapa de crecimiento de una población de cachamas.

Cabe destacar que otras correlaciones y regresiones entre las variables estudiadas no mostraron significancia. De manera general, para todas las características cuantificadas la mayor variabilidad se

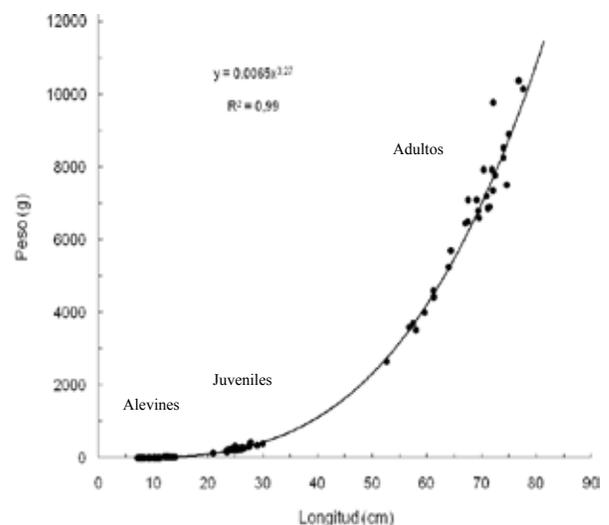


Figura 1. Ecuación de regresión para el ajuste de la relación peso y longitud de alevines, juveniles y adultos de cachamas *Colossoma macropomum*, en condiciones de cautiverio.

constató en los adultos de cachama, lo que pareciera indicar que es propio de las condiciones fisiológicas de esta especie, en virtud de la marcada diferencia entre los valores de esas variables para las fases de alevines y juveniles (Cuadro 1).

El análisis de las variables cuantificadas (Cuadro 1) considerando medidas de tendencia central (la media) y de dispersión (la desviación estándar y el coeficiente de variación) indican que a medida que aumenta el tamaño del pez — de alevines a adultos— los valores de hematocrito se incrementan en 1,9%, tanto entre alevines y juveniles como entre juveniles y adultos; caso similar se registra con la hemoglobina donde la tasa de incremento es de 0,6 g/dL.

Gomes (1984) señala que el coeficiente de variación, al ser un número abstracto, independiente de la unidad empleada, por sus valores permite indicar el

grado de confiabilidad del experimento, y los clasifica en valores bajos cuando son menores de 10%, medios, cuando están comprendidos entre 10 y 20% y altos, entre 20 y 30% y coeficientes de variación muy altos con valores mayores de 30%. Esta clasificación está vinculada a la precisión del experimento o a las propias características y/o variabilidad inherente del material biológico empleado en la investigación.

En los alevines solo se pudieron evaluar los parámetros hematocrito y hemoglobina, debido a la restricción de su tamaño que impidió la extracción de mayores volúmenes de sangre y se encontró que ambos valores presentan coeficientes de variación medios, lo que le otorga confiabilidad. Los valores confiables de hematocrito y de la hemoglobina para esta fase de desarrollo del pez oscilarían entre 28,58 - 31,16% y 9,51 - 10,37 g/dL, respectivamente. Los coeficientes de variación para el hematocrito y la hemoglobina de

Cuadro 1. Medidas de tendencia central y de dispersión para las variables hematocrito y hemoglobina en alevines, así como hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos, volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) para juveniles y reproductores en lagunas del INIA-Delta Amacuro.

Fase	Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	Coeficiente de variación %
Alevines	Hematocrito, %	29,87	3,46	29,87 ± 1,29	11,59
	Hemoglobina, g/dL	9,94	1,15	9,94 ± 0,43	11,61
Juveniles	Hematocrito, %	31,76	2,87	31,77 ± 1,07	9,94
	Hemoglobina, g/dL	10,57	0,94	10,57 ± 0,35	8,94
	Eritrocitos, x 10 <sup>6</sup> /μL	1,19	0,34	1,19 ± 0,13	28,74
	Leucocito, x 10 <sup>4</sup> /μL	1,86	1,06	1,86 ± 0,40	56,99
	VCM, fL	288,17	82,20	288,17 ± 30,69	28,52
	HCM, pg	95,17	27,48	95,17 ± 10,26	28,87
	CHCM, g/dL	33,30	0,06	33,30 ± 0,02	0,17
Reproductores	Hematocrito, %	33,70	8,13	33,70 ± 3,04	24,12
	Hemoglobina, g/dL	11,17	2,62	11,17 ± 0,98	23,51
	Eritrocitos, x 10 <sup>6</sup> /μL	1,11	0,48	1,11 ± 0,18	43,73
	Leucocitos, x 10 <sup>4</sup> /μL	2,53	2,05	2,53 ± 0,77	80,97
	VCM, fL	390,82	229,10	390,82 ± 85,55	58,62
	HCM, fL	122,46	64,82	122,46 ± 24,20	52,93
	CHCM, g/dL	33,32	0,06	33,32 ± 0,02	0,18

juveniles se ubican entre los valores bajos de acuerdo a lo propuesto por Gomes (1984). Considerando los valores del hematocrito y de la hemoglobina en alevines y juveniles como medios, aunque se ubican muy cerca del valor inferior del intervalo, y valores bajos para los de juveniles, se puede constatar que la tendencia es hacia valores bajos, por lo tanto ambos son de alta confiabilidad. Estas mismas variables en juveniles oscilarían entre 30,70 a 32,84% y 10,22 a 10,92 g/dL, de acuerdo a sus intervalos de confianza (Cuadro 1).

Para los juveniles y reproductores, donde se pudieron obtener muestras de sangre de mayor volumen, el análisis en conjunto del promedio, la desviación estándar, intervalo de confianza y del coeficiente de variación (Cuadro 1), se puede observar que los valores de las variables, número de eritrocitos (aunque sus valores promedios son similares), número de leucocitos, volumen corpuscular medio (VCM) y hemoglobina corpuscular media (HCM) presentaron coeficientes de variación altos o muy altos, lo cual repercute de manera significativa en la confiabilidad de ellas. Tal comportamiento incide directamente sobre su intervalo de confianza y trae como consecuencia un rango de valores muy amplio, lo que otorga poca confiabilidad. Particularmente para los adultos de cachama los valores del coeficiente de variación de hematocrito y de hemoglobina estuvieron entre 30,66 a 36,74% y 10,77 a 12,15 g/dL y sus valores de coeficiente de variación fueron de 24,12 y 23,51%, respectivamente, condición esta que los califica como altos, según Gomes (1984). Aunque estos valores tienden hacia las menores cuantías del intervalo, son menores que el número de eritrocitos y leucocitos, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, excepto de la concentración de hemoglobina corpuscular media.

Tavares-Dias y Sandrim (1998) encontraron valores medios elevados de hemoglobina y hematocrito en cachamas *C. macropomum* mantenidas en distintos ambientes. Particularmente para este estudio, que se realizó en lagunas confinadas en condiciones del delta del Orinoco, hay discrepancia con los valores obtenidos por estos autores, lo que sugiere que las comparaciones de índices hematimétricos de la especie en estudio deben ser hechas bajo condiciones ambientales y etapas de crecimiento similares. Las variaciones inter-específicas en valores hematológicos han sido reportadas para peces en su medio ambiente

(Vuren y Hattinhg, 1978; Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y atribuidas a diferentes factores tales como la variación genética, el estrés por captura y transporte (Kori-Siakpere, 1985; Tavares-Dias *et al.*, 2001) y los procedimientos de muestreo sanguíneo (Luskova, 1998; Tavares-Dias y Sandrim, 1998).

Particular atención debe ser dada a la característica concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) que tanto en los juveniles como reproductores de cachama presentaron valores de coeficiente de variación muy bajos (0,17 y 0,18), respectivamente; esto se ratifica en sus valores promedios de concentración, desviación estándar e intervalos de confianza. Es una variable de alta confiabilidad en las condiciones donde se realizó el presente estudio y su rango de valores estaría entre 33,28-33,32 g/dL. Este parámetro resultó ser de alto valor predictivo, en virtud de la sólida concentración de sus valores medios.

Por la prueba de t ( $P \leq 0,05$ ), se determinaron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines - juveniles y alevines - reproductores, mientras que estas diferencias no se observaron para ambas variables entre juveniles y reproductores. De manera similar fue el comportamiento de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM). Estos resultados indican que los intervalos considerados para los valores de hematocrito y hemoglobina de los alevines deben ser interpretados de manera independiente, de acuerdo con su rango al compararlos con los de los juveniles y reproductores, mientras que los valores de juveniles y reproductores podrían ser considerados dentro de los mismos intervalos observados (Cuadro 1). Caso similar se puede interpretar desde el punto de vista estadístico entre juveniles y reproductores para los valores de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los parámetros hemoglobina, hematocrito y concentración de hemoglobina corpuscular media pueden ser empleados como parámetros predictivos de la condición fisiológica en alevines, juveniles y reproductores de cachama. Estos resultados ratifican lo constatado por Tavares-Dias *et al.* (2003) para individuos juveniles y adultos al evaluar siete especies de teleósteos tropicales cultivados en Guariba, estado de Sao Paulo, Brasil, en donde se incluyó a la cachama y con los de Seibert

*et al.* (2001) con cachamas cultivadas en granjas del estado de Tocantins, Brasil. En este estudio se pudo verificar que la hemoglobina y el hematocrito también pueden ser empleados como indicadores de condición corpórea normal en alevines. Podría también ser utilizados los valores de eritrocitos para juveniles, siempre acompañados de la información de las otras variables señaladas.

### CONCLUSIONES

Para las condiciones de cultivo, en lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro, de las variables sanguíneas estudiadas en cachamas en las categorías de alevines, juveniles y adultos, la hemoglobina y el hematocrito fueron las que presentaron mayor esperanza de uso por su consistencia estadística; como indicadores hematimétricos.

1. En lagunas de cautiverio, para los peces juveniles y adultos de cachama, la concentración de hemoglobina corpuscular media representa una característica de mucha confiabilidad, vinculada con la condición sanguínea del pez.
2. Los valores hematológicos obtenidos en este estudio pueden ser utilizados como de referencia para cachamas cultivadas bajo condiciones similares.
3. Por la prueba de t se encontraron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines-juveniles y alevines-reproductores, pero no hubo diferencias entre juveniles y reproductores. Similar fue el comportamiento de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media.

### LITERATURA CITADA

- Alvarado H. 1997. Efecto de tres concentraciones de calcio en el agua sobre algunos parámetros hematológicos de la trucha arco iris. *Vet. Trop.* 22(1): 5-12
- Collier H.B. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. *Can. Med. Assoc. J.*, 50: 550-552.
- Cornell J.A. y R.D. Berger. 1987. Factor that influence the coefficient of determination in single linear and nonlinear models. *Phytopathol.*, 77: 63-70.
- Gomes P.F. 1984. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP. Brasil.
- Goldenfarb P.B., F.P. Bowyer y E. Hall. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *Am. J. Clinical Pathol.*, 56: 35-39.
- De Pedro N., A. Guijarro, M.A. López-Patiño, R.M. Martínez-Álvarez, M. Alonso-Bedate y M.J. Delgado. 2004. Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (*Tinca tinca*): ritmos diarios y estacionales. *Comunicación Científica CIVA 2004*: 173-190. Disponible en línea: [www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado\\_todo.asp](http://www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado_todo.asp)
- Kori-Siakpere O. 1985. Haematological characteristics of *Clarias isheriensis* Sydenham. *J. Fish. Biol.*, 27: 259-263.
- Luskova V. 1998. Factors affecting haematological indices in free-living fish populations. *Acta Vet. Brno.*, 67: 249-255.
- Ranzani-Paiva M.J.T., F.A. Salles, J.C. Eiras, A.C. Eiras, C.M. Ishikawa y A.C. Alexandrino. 1998/1999. Análisis hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de Sao Paulo. *Bol. Inst. Pesca.* 25: 77-83.
- Seibert C.S., E.M. Guerra-Shinhara, E. Gomes y E.E. Marques. 2001. Red blood cell parameters and osmotic fragility curve of *Colossoma macropomum* (Pises, Osteichthyes, Mileinae) in captivity. *Acta Scient.*, 23(2): 515-520.
- Tavares-Dias M. y M.I. Mataqueiro. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scient.*, 26(2): 157-162.
- Tavares-Dias M. y E.F.S. Sandrim. 1998. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Acta Scient.*, 20: 151-155.

- Tavares-Dias M., E.F.S. Sandrim, F.R. Moraes y P.C.F. Carneiro. 2001. Physiological responses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. *Bol. Inst. Pesca*, 27: 43-48.
- Tavares-Dias M., S.C.H. Schalch y F.R. Moraes. 2003. Hematological characteristics of brazilian teleosts. VII. Parameters of seven species collected in Guariba, Sao Paulo State, Brazil. *Bol. Inst. Pesca*, 29(2): 109-115.
- Vuren J.H.J. y A. Hattingh. 1978. A seasonal study of the haematology of wild fish. *J. Fish. Biol.*, 13: 305-313.
- Valenzuela A., K. Alvealy E. Tarifeño. 2002. Respuesta hematológica de truchas (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) a estrés hipóxico agudo: serie roja. *Gayana*, 66(2): 255 - 261.
- Valenzuela A., C. Oyarzún y V. Silva. 2003. Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): serie blanca. *Gayana*, 67(1): 130 – 137.
- Wintrobe M.M. 1934. Variation on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematol.*, 51: 32-49.



## **Efecto de la sustitución parcial del alimento concentrado por pastoreo con *Leucaena leucocephala* sobre la producción y características de la leche y variación de peso de vacas mestizas**

Jesús Faría Mármol<sup>1\*</sup>, Zuleima Chirinos<sup>1</sup> y David E. Morillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> La Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Apartado Postal 526, Maracaibo, Zulia. Venezuela. \*Correo electrónico: jfariamarmol@cantv.net

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Zulia. Apartado Postal 1316, Maracaibo, Zulia. Venezuela.

### **RESUMEN**

En la finca “La Esperanza” de La Universidad del Zulia, estado Zulia, Venezuela, se seleccionaron 24 vacas mestizas predominantes Holstein, no gestantes y en los primeros 45 a 60 días de su tercera o cuarta lactancia, para evaluar el efecto de sustituir el 50 a 75% de un alimento concentrado (C) con 17% de proteína cruda por pastoreo en bancos de leucaena durante dos horas diarias (BL) sobre la producción, características de la leche y variación de peso vivo. Se utilizaron 12 vacas en las épocas seca (S) y lluviosa (LL), respectivamente. Los tratamientos durante S fueron: T<sub>1</sub>: 1 kg de C/vaca/día + BL; T<sub>2</sub>: 2 kg de C/vaca/día + BL y T<sub>3</sub>: 4 kg de C/vaca/día; durante LL, se evaluó también T<sub>4</sub>: 2 kg de C/vaca/día + BL en días alternos. La alimentación base fue heno de *Brachiaria humidicola* (S) y pastoreo en *Panicum maximum* (LL) además de agua y minerales *ad libitum*. El diseño experimental de reversión doble, con tres periodos de cuatro semanas cada uno. La producción de leche (kg/vaca/día) para T<sub>2</sub> (10,5 y 10,8) y T<sub>3</sub> (10,7 y 11,1) fue mayor (P≤0,05) que para T<sub>1</sub> (9,9 y 9,7) durante S y LL respectivamente, mientras T<sub>4</sub> (10,2) resultó superior que T<sub>1</sub> (P≤0,05) y similar a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> en LL. Los tratamientos resultaron similares (P>0,05) para las variables ganancia de peso (360 y 423 g/animal/día), contenido de grasa (3,56 y 3,63%), proteína (3,3 y 3,4%), acidez (16,5 y 16,6 mL de NaOH 0,1N/100 mL) y densidad de la leche (1,030 y 1,029 g/mL) durante S y LL, respectivamente.

*Palabras clave:* *Leucaena leucocephala*, producción de leche, propiedades de la leche, variación de peso, alimentación de bovinos.

### **Effect of partial substitution of concentrate feed by grazing with *Leucaena leucocephala* on the production and characteristics of milk, and liveweight change of crossbred cows**

### **ABSTRACT**

At “La Esperanza” farm of the University of Zulia, located in Zulia state, Venezuela, 24 non-pregnant predominantly Holstein crossbred cows in the first 45 to 60 days of their third or fourth lactation were used to evaluate the effect of substituting 50 to 75% of concentrate feed (C) with 17% crude protein by grazing of a leucaena bank during 2 h/day (LB) on milk production and properties and liveweight (LW) gain. There were used 12 cows in the dry (DS) and wet (WS) season, respectively. The treatments during DS were: T<sub>1</sub>: 1 kg of C/cow/day + LB; T<sub>2</sub>: 2 kg of C/cow/day + LB, and T<sub>3</sub>: 4 kg of C/cow/day. An additional treatment T<sub>4</sub>, 2 kg of C/cow/day + LB during 2 h on alternate days, was evaluated during WS. A switch-back design was used in both seasons, with four (DS) and three (WS) cows per treatment and three 4-week periods. Basal diets were *Brachiaria humidicola* hay (DS) and grazing on *Panicum maximum* (WS) plus water and minerals *ad libitum*. Milk productions (kg/cow/d) for T<sub>2</sub> (10.5

and 10.8) and  $T_3$  (10.8 and 11.1) were higher ( $P \leq 0.05$ ) than those for  $T_1$  (9.9 and 9.7) in DS and WS, respectively. During WS,  $T_4$  (10.2 kg/cow/d) was higher than  $T_1$ , but similar to  $T_2$  and  $T_3$ . Treatments were similar ( $P > 0.05$ ) for LW gain (360 and 423 g/cow/d), milk fat (3.5 and 3.6%), and protein content (3.3 and 3.4%), acidity (16.5 and 16.6 mL NaOH 0.1N/100 mL) nor density (1.030 and 1.029 g/mL) during DS and WS, respectively.

*Keywords:* *Leucaena leucocephala*, milk production, milk properties, cattle feeding, liveweight gain, bovine feeding.

## INTRODUCCIÓN

Las pasturas basadas en gramíneas forrajeras constituyen el principal recurso para la alimentación de los bovinos en América tropical. No obstante, en muchas regiones ganaderas, especialmente en aquellas con períodos de sequía prolongados, la escasa disponibilidad y pobre calidad de estos forrajes limitan severamente la producción animal (Faría-Mármol y Morillo, 1997).

Una estrategia utilizada para compensar las deficiencias en cantidad y calidad de estas pasturas ha sido suplementar vacas lecheras con alimento concentrado. Sin embargo, a pesar de las respuestas positivas logradas en términos de producción animal, la suplementación de vacas lecheras en sistemas de doble propósito en el trópico es limitada y extremadamente variable debido, en muchos casos, a un precio desfavorable de mercado para la leche en relación con el costo adicional del suplemento (Seré, 1989).

El uso de leguminosas forrajeras ha producido incrementos importantes en la productividad de las pasturas de gramíneas no solo en su potencial de producción de leche y de carne, sino además en su sostenibilidad potencial (Faría-Mármol, 1993; Aguilar *et al.*, 2001; Urbano *et al.*, 2006). Una de ellas es la *Leucaena leucocephala*, especie arbustiva, perenne, de alta producción de materia seca y elevado valor nutritivo, adaptada a regiones secas y semiáridas, que permanece verde cuando otros forrajes están lignificados y con valor alimenticio marginal (Faría-Mármol, 1994; Aguilar *et al.*, 2001).

Existen evidencias de que el uso de *Leucaena* en "bancos de proteína", es decir en cultivo puro y con acceso restringido, constituye una alternativa práctica y efectiva en sistemas de ganadería de doble propósito ubicados en suelos bien drenados y con pH mayores a 5 (Faría-Mármol y Morillo, 1997). Los resultados de varias investigaciones conducidas en diferentes países, en los cuales *Leucaena* fue utilizada como

suplemento de gramíneas, han sido recopilados por Shelton y Jones (1995). El incremento medio en producción de leche obtenido en estos estudios fue de 14%. Un beneficio adicional es el mejoramiento de su condición corporal (Morillo *et al.*, 1997). No obstante, es necesario realizar investigaciones que permitan estimar con mayor precisión, de acuerdo a las distintas condiciones agroecológicas y de sistemas de producción, los beneficios potenciales y las limitaciones de utilizar esta práctica.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de sustituir parcialmente el alimento concentrado por pastoreo en bancos de *Leucaena*, sobre la producción y características de la leche, así como la variación de peso vivo de vacas mestizas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la hacienda La Esperanza (10° 24' N y 72° 23' O) de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, ubicada en el Municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela. La zona de vida corresponde al bosque seco tropical, a una altura de 100 msnm, con un promedio de 1.100 mm de precipitación anual y temperatura media de 29°C. Los suelos del área experimental han sido clasificados como Typic Haplustalf; textura franco arenosa, con un pH de 5,6 con 5 ppm de P, 0,49 meq/100 g de K, 2,60 meq/100 g de Ca, 2,0 meq/100 g de Mg y 0,64% de carbono orgánico (Peters *et al.*, 1991).

Para la conducción del ensayo, se dispuso de un banco de dos hectáreas de *Leucaena leucocephala*, dividido en cuatro potreros de 0,5 ha cada uno. El banco fue sembrado cuatro meses antes del pastoreo con semilla sexual y en forma directa en el terreno preparado, en hileras dobles a chorro corrido, con un espaciamiento entre las hileras dobles de 1,5 m y de 30 cm entre hileras sencillas, la fertilización aplicada a la siembra fue de 50, 50, y 10 kg/ha de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y Mg, respectivamente. El pastoreo en el banco de proteína se realizó durante una hora después de cada

ordeño, con una rotación de potreros basada en 15 días de ocupación y 45 días de descanso.

El estudio se realizó en dos etapas: una abarcando la época seca (Enero - Abril) y otra durante las lluvias (Octubre - Diciembre). Se seleccionaron 24 vacas mestizas de Holstein x Cebú con predominancia de la primera raza, uniformes en cuanto a edad y peso, de mediano nivel productivo (promedio diario entre 10 y 12 kg de leche en la última lactancia completa) y en los primeros 45 a 60 días de su tercera o cuarta lactancia.

En la época seca se emplearon 12 vacas con un peso promedio de  $481 \pm 27,6$  kg, para evaluar el efecto de los siguientes tratamientos:  $T_1$ , suministro diario a cada animal de 1 kg de alimento concentrado (C) de 17% de proteína cruda + 2h diarias de pastoreo en bancos de leucaena (BL);  $T_2$ , 2 kg de C/vaca/día + BL y  $T_3$ , como tratamiento "control" donde los animales recibieron 4 kg de C/vaca/día. Las vacas se estabularon en grupos de cuatro animales por tratamiento recibiendo una dieta básica de heno repicado de *Brachiaria humidicola*, minerales y agua *ad libitum*. La ración de alimento concentrado correspondiente a los distintos tratamientos fue suministrada en partes iguales durante cada ordeño.

En el período de lluvias, 12 vacas de  $484 \pm 36,8$  kg de peso promedio, recibieron como alimentación base el pastoreo en pasto Guinea (*Panicum maximum*), minerales y agua *ad libitum*. Durante esta época se evaluó un tratamiento adicional  $T_4$ , 2 kg de C/vaca/día + BL interdiario, y se asignaron tres animales por tratamiento. La fase de estudio en cada época abarcó 12 semanas, agrupadas en tres períodos, cada uno con una semana de acostumbramiento y tres semanas de medición. El diseño estadístico utilizado en ambos experimentos es denominado reversión doble o "switch-back" (Lucas, 1974).

Las vacas se ordeñaban dos veces al día en un sistema mecánico de cántaras, sin apoyo del becerro, mientras que la producción de leche fue registrada individualmente al inicio del ensayo y luego semanalmente hasta el final del estudio. En los días del control de producción de leche se recolectaban muestras individuales de ésta en recipientes de vidrio (150 mL), los cuales se mantuvieron refrigerados a una temperatura menor a 5°C hasta su traslado al laboratorio inmediatamente después del ordeño. A cada muestra se le determinó el contenido de sólidos

totales y grasa por el método de Gerber (AOAC, 1982), proteína, mediante fijación de colorante (AOAC, 1995), la densidad con el uso de un lactodensímetro marca Quevenne calibrado a 15°C y la acidez titulable con NaOH 0,1 N (AOAC, 1982).

Los animales fueron pesados individualmente al inicio del ensayo y luego cada tres semanas hasta el final del estudio. Los pesajes se realizaron después del ordeño de la mañana en dos días consecutivos anotándose el peso promedio de estas dos pesadas.

La disponibilidad de leucaena se determinó cada quince días en cada potrero, antes del pastoreo, cosechando cinco plantas y simulando el ramoneo que hacen los animales hasta dejarlas desfoliadas. En la misma fecha, durante la época de lluvias, se estimó el forraje presente en los potreros de *Panicum maximum* mediante la cosecha de cinco marcos de 0,25 m<sup>2</sup> a una altura de 25 cm del suelo, distribuidos al azar dentro del área de pastoreo.

Semanalmente se extrajeron submuestras del alimento concentrado y del follaje de leucaena; además se tomaban por separado muestras del heno de *B. humidicola* (época seca) y del pasto guinea (época lluviosa) utilizados para la alimentación basal de los animales; con estas submuestras se formaron muestras compuestas para cada tipo de alimento y cada período de medición. Las muestras de los alimentos fueron secadas en una estufa a una temperatura de 60°C, molidas en un molino con tamiz de 1 mm y analizadas para determinar su contenido de proteína cruda (PC), por el método de Kjeldahl (AOAC, 1982).

El análisis de varianza se efectuó por separado para las épocas seca y lluviosa mediante el procedimiento de modelo lineal general incluido en el Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 1998). Cuando fue necesaria la comparación de medias, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1996). Se utilizó el modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + B_l + \varepsilon_{ijkl}$$

donde  $Y_{ijkl}$  es el dato referente al i-ésimo animal, del j-ésimo período del k-ésimo tratamiento,  $\mu$ , es la media general observada,  $A_i$  es el efecto del i-ésimo animal,  $P_j$  es el efecto del j-ésimo período,  $T_k$  es el efecto del

k-ésimo tratamiento,  $B_i$  es el efecto l-ésimo bloque y  $\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio asociado al experimento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición de los alimentos y disponibilidad de forraje

Los contenidos de proteína cruda de los alimentos ofrecidos, así como la disponibilidad media de los forrajes utilizados se observan en el Cuadro 1. La concentración de proteína cruda en leucaena se consideró adecuada con relación a los requerimientos animales (NRC, 1978) a través de todo el experimento, con valores semejantes a los reportados bajo condiciones similares (Faría-Mármol *et al.*, 1996), y permaneciendo siempre dentro del rango típico reportado para esta especie en condiciones tropicales (Faría-Mármol *et al.*, 1996). La disponibilidad forrajera del banco de leucaena varió de acuerdo a las condiciones climáticas, especialmente de la precipitación, observándose durante las lluvias una oferta más elevada de follaje que en la época seca. Sin embargo a través de todo el período experimental la oferta de follaje verde de leucaena fue suficiente para permitir que los animales realizaran una cosecha selectiva del forraje.

Los contenidos medios de proteína cruda en el heno de *Brachiaria humidicola* y en el pasto guinea utilizados como constituyentes de la ración base de todos los animales en las épocas seca y lluviosa, respectivamente, mostraron promedios inferiores o muy cercanos al 7%, considerado como un nivel crítico por debajo del cual el consumo voluntario del forraje se reduce marcadamente (Milford y Minson, 1965). No obstante, es muy probable que ante el elevado nivel de oferta los animales lograran seleccionar el material de mayor valor nutritivo.

### Producción de leche y cambio de peso vivo

El Cuadro 2 muestra el efecto de la sustitución del alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre la producción de leche y cambio de peso vivo de vacas mestizas, tanto en la época seca como la lluviosa. En ambas épocas el pastoreo en bancos de leucaena aparentemente sustituyó el 100% del aporte nutricional de los 2 kg de alimento concentrado ya que las vacas en el  $T_2$  mantuvieron la misma producción de leche que los animales que recibieron el tratamiento control de 4 kg diarios de alimento concentrado ( $T_3$ ), sin que se evidenciara una movilización de reservas corporales o algún efecto adverso en la variación de peso vivo.

El tratamiento con el nivel más bajo de alimento concentrado mostró la menor producción de leche ( $P \leq 0,05$ ) en todo el período experimental. Evidentemente las vacas que solo recibieron diariamente un kg de alimento concentrado y pastoreo en leucaena ( $T_1$ ), produjeron 7,4 y 13% menos leche en las épocas seca y lluviosa, respectivamente, que aquellas que recibieron 4 kg de alimento concentrado al día. No obstante, debido al relativo bajo costo de establecimiento y mantenimiento de los bancos de leucaena en la región (Morillo y Faría-Mármol, 1996), este nivel de sustitución puede ser una opción si se desea reducir el costo de la alimentación a cambio de una reducción moderada de la producción de leche.

Durante las lluvias, adicionalmente el grupo de animales que tuvieron acceso al banco de leucaena en días alternos y recibieron 2 kg de alimento concentrado al día ( $T_4$ ), superaron a los de  $T_1$  en producción de leche y mostraron una respuesta similar a los restantes tratamientos. Estos resultados podrían estar asociados con el contenido de taninos en el follaje de leucaena, el cual generalmente alcanza

Cuadro 1. Oferta de materia seca y contenido de proteína cruda (PC) de los alimentos usados en el experimento

Alimento	Época seca		Época lluviosa	
	Oferta de MS	PC	Oferta de MS	PC
	kg/vaca /d	%	kg/vaca /d	%
<i>Leucaena leucocephala</i>	18,3 ± 4,3	22,9 ± 4,2	24,2 ± 3,8	26,6 ± 1,0
Heno de <i>B. humidicola</i>	25,0 ± 0,10	4,86 ± 0,9	-	-
<i>Panicum maximum</i>	-	-	29,3 ± 2,5	7,2 ± 0,3
Alimento concentrado	ST†	17 ± 0,8	ST	16,5 ± 1,0

† ST: Según tratamientos.

Cuadro 2. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre la producción de leche (PL) y variación de peso vivo (VPV) de vacas mestizas.

Tratamientos	Época seca		Época lluviosa	
	PL	VPV	PL	VPV
	kg/vaca/d	g/vaca/d	kg/vaca/d	g/vaca/d
T <sub>1</sub>	9,90b†	380	9,68b	523
T <sub>2</sub>	10,50a	335	10,76a	343
T <sub>3</sub>	10,72a	364	11,13a	402
T <sub>4</sub>	-	-	10,21a	330

† Promedios en la misma columna con distintas letras indican diferencias significativas entre ellos ( $P \leq 0,05$ )

niveles que previenen la degradación excesiva de la proteína en el rúmen pero no impiden su digestión en el intestino delgado (Shelton y Jones, 1995), lo que posiblemente permitió mantener la producción al día siguiente cuando no hubo acceso al banco, indicando un efecto residual reportado anteriormente (Faría-Mármol y Morillo, 1997); dando la posibilidad de usar el banco de leucaena por más tiempo o con otro grupo de animales.

No se detectó efecto de los tratamientos sobre la variación de peso vivo de las vacas, por lo que el suministro diario de hasta 4 kg de alimento concentrado no reflejó incrementos mayores de peso ( $P > 0,05$ ) en los animales. Los promedios de ganancias

de peso obtenidas con los distintos tratamientos están en concordancia con los reportados en otros estudios con vacas mestizas en producción y bancos de Leucaena (Morillo *et al.*, 1997; Aguilar *et al.*, 2001; Urbano *et al.*, 2006).

#### Propiedades químicas y físicas de la leche

Los contenidos promedios de grasa, proteína, densidad y acidez titulable en la leche de vacas mestizas sometidas a los distintos tratamientos en las épocas seca y lluviosa se muestran en los Cuadros 3 y 4, respectivamente. No se detectó ( $P > 0,05$ ) un efecto directo de los tratamientos sobre las propiedades químicas y físicas evaluadas en la leche. Los contenidos medios de grasa y proteína, así como la

Cuadro 3. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre las propiedades físicas y químicas de la leche durante la época seca.

Tratamientos	Grasa	Proteína	Densidad	Acidez titulable
	----- % -----		g/mL	mL NaOH 0,1N/100 mL
T <sub>1</sub>	3,7	3,4	1,030	16,7
T <sub>2</sub>	3,6	3,4	1,031	16,3
T <sub>3</sub>	3,6	3,2	1,030	16,5
EE	0,1	0,04	0,0003	3,3

Cuadro 4. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en Leucaena sobre las propiedades físicas y químicas de la leche durante la época lluviosa.

Tratamientos	Grasa	Proteína	Densidad	Acidez titulable
	----- % -----		g/mL	mL NaOH 0,1N/100 mL
T <sub>1</sub>	3,6	3,4	1,030	16,6
T <sub>2</sub>	3,5	3,4	1,029	16,6
T <sub>3</sub>	3,5	3,1	1,029	16,5
T <sub>4</sub>	3,4	3,4	1,029	18,0
E.E	0,1	0,02	0,0004	3,5

totalidad de sus valores individuales, se mantuvieron muy similares entre épocas y dentro de los rangos típicos para dichas variables (Alais, 1970) las cuales generalmente son poco afectadas, excepto por el plano nutricional en casos extremos (Whittemore, 1984). La densidad de la leche, se observó con promedios normales y sin diferencias ( $P>0,05$ ) entre tratamientos, indicando similitud en la concentración de elementos disueltos y en suspensión así como en la proporción de la materia grasa (Alais, 1970). La acidez titulable de la leche se mantuvo dentro del rango establecido como normal para leche cruda de buena calidad (Alais, 1970).

### CONCLUSIONES

El pastoreo por dos horas al día en bancos de leucaena permitió sustituir 2 kg de alimento concentrado/vaca/d en ambas épocas del año sin afectar la producción y características de la leche, ni la variación de peso vivo de los animales.

Remplazar 3 kg de alimento concentrado/vaca/d por pastoreo restringido en leucaena ocasionó una reducción de 7 y 13% de la leche en las épocas seca y lluviosa, respectivamente, pero sin influenciar la variación de peso vivo.

Durante la época de lluvias, el suministro diario de 2 kg de alimento concentrado y acceso al banco de leucaena en días alternos generó una producción de leche y ganancia de peso similar a la mostrada por los animales que recibieron la misma cantidad de alimento concentrado y acceso diario al banco de leucaena.

### LITERATURA CITADA

- Aguilar C., J. Cárdenas y J. Santos. 2001. Efecto de la suplementación con *Leucaena leucocephala* sobre la productividad de vacas cruzadas, bajo dos cargas de pastoreo. *Livest. Res. Rural Dev.*, 13(4): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/4/agui134.htm>
- Alais C. 1970. *Ciencia de la Leche*. Compañía Editorial Continental. México.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1982. *Official Methods of Analysis* 13<sup>ra</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists Washington, DC.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. 15<sup>ra</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists Arlington, VI.
- Boscán L.A., J.D. Faría y M.D. Sánchez. 1993. Calidad química y microbiológica de la leche en Venezuela. *En González-Stagnaro C. (Ed). Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. pp. 603-629.
- Faría-Mármol J. 1993. Leguminosas de alto potencial forrajero para la cuenca del Lago de Maracaibo. *En González-Stagnaro C. (Ed). Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela. pp. 407-422.
- Faría-Mármol J. 1994. Evaluación de accesiones de Leucaena en el bosque muy seco tropical del estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 11(1): 43-52.
- Faría-Mármol J. y D.E. Morillo. 1997. Leucaena: Cultivo y Utilización en la Ganadería Bovina Tropical. Convenio de Cooperación Técnica Corpozulia-Fonaiap-LUZ Ediciones Astro Data, Maracaibo, Venezuela.
- Faría-Mármol J., D.E. Morillo y L.R. McDowell. 1996. *In vitro* digestibility, crude protein, and minerals concentrations of *Leucaena leucocephala* accessions in a wet/dry tropical region of Venezuela. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27(13-14): 2663-2674.
- Lucas H.L., Jr. 1974. *Design and Analysis of Feeding Experiments with Milking Dairy Cattle*. Institute of Statistics. North Carolina State University. Mimeo Series N° 18. Raleigh, NC.
- Milford R. y D.J. Minson. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proc. 9<sup>no</sup> Int. Grassland Congr.* Sao Paulo, Brazil. pp. 815-822.
- Morillo D.E. y J. Faría-Mármol. 1996. Efecto del suministro de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y/o afrecho húmedo de cebada sobre la producción y algunas propiedades de la leche de vacas mestizas. *Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 6(3): 149-154.
- Morillo D.E., J. Faría-Mármol y A. Rivera. 1997. Producción de leche y cambio de peso vivo

- de vacas mestizas con sustitución parcial de alimento concentrado por harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*). Arch. Latin. Prod. Anim., 5(Supl. 1): 132-134.
- NRC (National Research Council). 1978. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 5<sup>ta</sup> ed. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Peters W., N. Noguera, I. Zabala y R. Vilorio. 1991. Estudio detallado de la Hacienda La Esperanza. Univ. Zulia. Fac. Agron. Dep. Edafología. Maracaibo, Zulia.
- SAS (Statistical Analysis System). 1998. User's guide: Statistics. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Seré C. 1989. Socioeconomía de la producción de ganado doble propósito *En* Arango L, A. Charry y R.R. Vera. (Eds). Panorama de la Ganadería de Doble Propósito en la América Tropical. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. pp. 13-22.
- Shelton H.M. y R.J. Jones. 1995. Opportunities and limitations in Leucaena. *En* Shelton H.M., C.M. Piggott y J.L. Brewbaker. (Eds). Leucaena. Opportunities and Limitations. ACIAR Proceedings N° 57. Canberra, Australia. pp. 16-23.
- Steel R.G. y J.H. Torrie. 1996. Bioestadística. Principios y procedimientos. McGraw-Hill/Interamericana de México. México, D.F.
- Urbano D., C. Dávila y P. Moreno. 2006. Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. *Zootecnia Trop.*, 24(1): 69-83.
- Whittemore C.T. 1984. Lactación de la Vaca Lechera. Compañía Editorial Continental, México.



## Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína

Freddy Márquez<sup>1</sup>, José Sánchez<sup>1</sup>, Diannelis Urbano<sup>2\*</sup> y Ciro Dávila<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum", Sta. Barbara del Zulia, Zulia Venezuela.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida. Mérida, Venezuela.

\*Correo electrónico: durbano@inia.gob.ve

<sup>3</sup> Universidad de Los Andes. Programa de Ganadería de Altura. Mérida, Venezuela.

### RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la frecuencia de corte y tipos de fertilización nitrogenada en tres genotipos del pasto elefante, se condujo un ensayo en la finca Judibana, de la Universidad de Los Andes, en El Vigía, estado Mérida, Venezuela, ubicada a 67 msnm. Se utilizó un diseño bloques al azar con tres repeticiones; los tratamientos fueron dos frecuencias de corte (F1: 49 y F2: 63 días), tres genotipos (G1: Taiwan A-146, G2: Morado y G3: Maralfalfa) y tres tipos de fertilizaciones (N1 estiércol de bovinos, equivalente a 91 kg N/ha/año, N2 y N3 urea, correspondiendo a 343 y 686 kg N/ha/año, respectivamente). El efecto FxG influyó significativamente sobre el rendimiento de materia seca total (MST) y proteína cruda (PC). Los rendimientos fueron 40,9, 29,7 y 37,7 t MS/ha/año para G1, G2 y G3, respectivamente. En relación con el porcentaje de materia seca, se detectaron diferencias ( $P < 0,01$ ) para FxG, logrando los mayores valores (21,5%) en F2 y con G1 (20,4%). El contenido de proteína cruda disminuyó con la edad de los rebrotes, estimándose la relación  $PC = 17,7 - 0,18 \times F(\text{días})$ . Se concluye que los mayores rendimientos de materia seca se lograron con Taiwan A-146 y Maralfalfa con la F2 y N2, mientras que el mayor contenido de proteína se obtuvo con el pasto morado y la F1. La fertilización con nitrógeno influyó positivamente en la producción de forraje y el contenido proteico de los tres genotipos de pasto elefante.

*Palabras clave:* genotipos de pasto elefante, frecuencia de corte, fertilización, rendimiento, proteína.

### Evaluation of the cutting frequency and fertilization types on three elephant grass genotypes (*Pennisetum purpureum*). 1. Yield and protein content

#### ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the cutting frequency and types of nitrogen fertilization on three elephant grass genotypes, a field trial was carried in the Universidad de Los Andes farm, in El Vigía, Merida state, Venezuela, located at 67 masl. A random blocks design with three replications was used; treatments were two cutting frequencies (F1: 49 and F2: 63 days), three genotypes (G1: Taiwan A-146, G2: Morado, and G3: Maralfalfa) and three types of fertilization (N1: cow manure, equivalent to 91 kg N/ha/year, N2 and N3 urea with 343 and 686 kg N/ha/year). The FxG interaction was significant over pasture yield (TDM) and crude protein (CP). Yields were 40.9, 29.7, and 37.7 t DM/ha/year for G1, G2, and G3, respectively. Dry Matter (DM%) content was different ( $P < 0.01$ ) for FxG, with higher values obtained at F2 (21.5%) and G1 (20.4%). Crude protein content decreased with the regrowth age, and the relation  $CP = 17.7 - 0.18 \times F(\text{days})$  was estimated. It was concluded that higher yields were obtained with Taiwán A-146 and Maralfalfa with F2 and N2, while high CP content was obtained with Morado elephant grass and F1. Nitrogen fertilization increased forage yield and protein content of the three elephant grass genotypes.

*Keywords:* elephant grass genotypes, cutting frequency, fertilization, yield, protein.

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la alimentación del rebaño en las explotaciones bovinas de doble propósito esta basada principalmente en el pastoreo de gramíneas de origen africano y en el suministro de insumos externos a la finca. Sin embargo, en la mayoría de las áreas ganaderas, la baja productividad de los sistemas está asociada en gran medida a un deficiente manejo y aprovechamiento de las pasturas, afectando la producción, la sustentabilidad y el beneficio económico (Márquez y Sánchez, 2006).

En la actualidad, el uso intensivo de pastos para corte debe considerarse, como una herramienta de bajo costo, para incrementar la producción de los animales. Esto implica minimizar el desperdicio de forraje eliminando el pisoteo, evitando el gasto de energía durante el pastoreo y en alguna forma se disminuye la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros (Dávila y Urbano, 2005).

El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) es una de las principales gramíneas de corte utilizadas para la alimentación animal en las explotaciones intensivas en Venezuela, especialmente la variedad Taiwan A-146 (Betancourt, 1982). Recientemente en nuestro país, se han introducido nuevos genotipos de pasto elefante, como es el caso de Maralfalfa, el cual fue promocionado como un híbrido de gran potencial para aumentar la producción animal, sin contar con una investigación sistemática que demostrara su productividad de materia seca o valor nutritivo, que permitiera recomendar su utilización como una novedosa alternativa forrajera (Márquez y Sánchez, 2006; Faria *et al.*, 2007).

Se ha investigado ampliamente sobre la respuesta del pasto elefante a la fertilización nitrogenada, así como la eficiencia de la misma (Faria *et al.*, 1997). Sin embargo, el efecto de este macroelemento sobre el rendimiento y calidad de estos nuevos cultivares no ha sido estudiado en esta zona.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte y tipo de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y contenido de proteína de tres genotipos del pasto elefante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características del área de estudio

Este experimento se realizó en la Finca Judibana, perteneciente a la Universidad de Los Andes, ubicada en el Municipio Alberto Adriani en El Vigía, sector La Pedregosa. estado Mérida, Venezuela. La finca se encuentra localizada geográficamente a 8° 37' 26" N y 71° 42' 22" O y a una altitud de 67 msnm.

La precipitación promedio fue de 1.901 mm/año, con una evaporación de 1.578 mm, temperatura media mensual de 27,6°C, humedad relativa promedio de 75% e insolación diaria de 4,2 h. La radiación solar promedio fue 359 cal/cm<sup>2</sup>/d. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, se ubica en una zona de vida bosque húmedo tropical (Ewel y Madrid, 1968).

Las condiciones edáficas fueron: textura franco arcilloso, con pH 5,2 y niveles de fósforo 7 ppm, potasio 47 ppm, calcio 297 ppm, magnesio 77 ppm y materia orgánica de 3,54%.

### Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño bloques al azar con tres repeticiones, un arreglo factorial 2x3x3, con dos frecuencias de corte (F1: 49 y F2: 63 días), tres genotipos de pasto elefante (G1: Taiwan A-146, G2: Morado y G3: Maralfalfa) y tres tipos de fertilizaciones (N1 estiércol de bovinos, equivalente a 91 kg N/ha/año, N2 y N3 urea, correspondiendo a 343 y 686 kg N/ha/año, respectivamente).

El área total del ensayo fue 760,32 m<sup>2</sup> y cada parcela estaba conformada por 8 hileras, con una separación de 0,44 m y con una longitud de 4 m, para un área total de 14,08 m<sup>2</sup>. El área de muestreo fue 3,52 m<sup>2</sup>, seleccionando 4 hileras con longitud de 2 m. La duración del experimento fue de un año y se inició en octubre 2004, sin riego suplementario.

### Manejo de área

Se procedió a la preparación del terreno, con un pase de arado y dos de rastra. Posteriormente se efectuó la siembra, colocando los tallos a chorro corrido con una profundidad aproximada de 5 cm. Inmediatamente después de la siembra se realizó un control de malezas químico con Atrazina (Limpiamaíz 80 PM), a razón de 2 kg/ha. Después del primer corte se hizo un

control entre surcos con Gramoxone, a una dosis de 2,5 L/ha.

Se realizó el corte de uniformización a los tres meses de la siembra y se aplicaron los tratamientos. El estiércol de bovinos (0,5% N) se distribuyó dos veces y la cantidad de urea se fraccionó en tres partes, las aplicaciones se realizaron una semana después del corte, coincidiendo con los períodos de lluvias.

### Evaluaciones realizadas

**Rendimiento de materia seca:** Se cosechó el área efectiva a ras de suelo y se pesó la materia verde, se seleccionó una muestra de 500 g, se colocó en la estufa por 48 horas a 65°C.

**Proteína cruda:** Se utilizó el método de Kjeldahl, para determinar nitrógeno y se multiplicó por 6,25.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados y procesados a través del paquete estadístico SAS (1991), mediante el modelo general lineal (GLM). Asimismo, se realizaron pruebas de medias comparativas de Duncan y análisis de regresión para la variable nitrógeno, considerando solo el aporte de este macroelemento en el tipo de fertilizante orgánico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de materia seca

El análisis de la varianza detectó diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ) para el tipo de fertilización, la frecuencia de corte y genotipos, mientras que la interacción FxG fue significativa al 5%. El aporte de nitrógeno proveniente del fertilizante orgánico se calculó en 91 kg N/ha/año, obteniéndose la siguiente ecuación de regresión para producción de materia seca total (kg MS/ha/año),  $MST = 25597 + 28,22 \times N$ , lo que indica, que por cada kilogramo de nitrógeno aplicado hay un incremento 28,22 kg MS. Nascimento *et al.*, (2003) encontraron un aumento aproximado por corte, de 4 kg MS/ha y que la dosis con máxima eficiencia estimada fue 370 kg N/ha.

En la Figura 1 se observa la interacción frecuencia de corte por genotipo, donde se observan que las diferencias entre las respuestas de rendimiento ocasionadas por el intervalo de corte, varían con el tipo del pasto. Los genotipos Taiwan A-146 y Maralfalfa presentaron las mayores producciones de materia seca

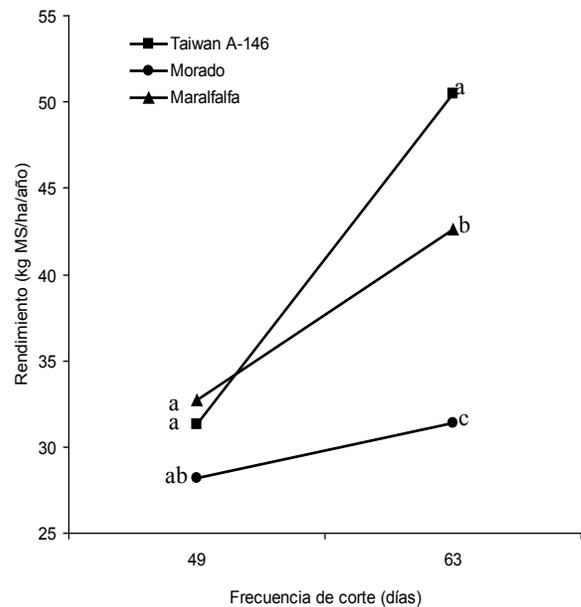


Figura 1. Efecto de la interacción frecuencia de corte por genotipo sobre el rendimiento de materia seca.

a los 63 días con una tasa media de crecimiento de 1,04 t MS/ha/d, mientras que en el genotipo Morado se obtuvo un incremento de 0,23 t MS/ha/d de intervalo. Esta misma tendencia fue observada por Manyawu *et al.* (2003) y Wadi *et al.* (2004). Rodríguez *et al.* (1983) señalaron que Taiwan A-146 es una de las variedades más promisorias en cuanto a la producción de materia seca, mientras que en Taiwan, Cheng y Chen (1997) reportaron que el pasto elefante variedad cv. TLG2 produce un 20% más de rendimiento y carbohidratos solubles que el Taiwan A-146. Urbano *et al.* (2005) obtuvieron un incremento en el rendimiento de 254 kg MS/ha por día de intervalo entre cortes y señalaron que cuando la planta se maneja con mayores días de recuperación, las reservas para el rebrote aumentaban. En Venezuela, Romero y Alfonso (2005) evaluaron el efecto de tres tipos y tres dosis de fertilizantes (NPK, fósforo y materia orgánica) en el pasto elefante cultivar Mott y concluyeron que la máxima dosis de estiércol (1.000 kg/ha/año) y 500 kg de fosfopoder incrementaron significativamente la producción de materia seca y altura de la planta. Porras y Castellano (2006) estudiaron el efecto del nitrógeno a 30, 45 y 60 días de intervalo entre cortes en el pasto maralfalfa, en un bosque húmedo premontano y encontraron que la producción de materia seca se incremento con las dosis de nitrógeno, especialmente en el nivel 100 kg

N/ha/año, donde obtuvieron 15,6 t MS/ha/corte en relación al testigo (12 t MS/ha/corte).

### Porcentaje de materia seca

Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), para frecuencia de corte, genotipo y la interacción entre estos dos factores. La interacción frecuencia de corte por genotipo se muestra en la Figura 2, observándose que los porcentajes de materia seca fueron afectados por la edad según el genotipo, así Maralfalfa solo incrementó 1,9%, mientras que Taiwan A-146 y Morado aumentaron 4,5%. Esto refleja que el porcentaje de materia seca depende de la variedad y del tiempo de crecimiento,

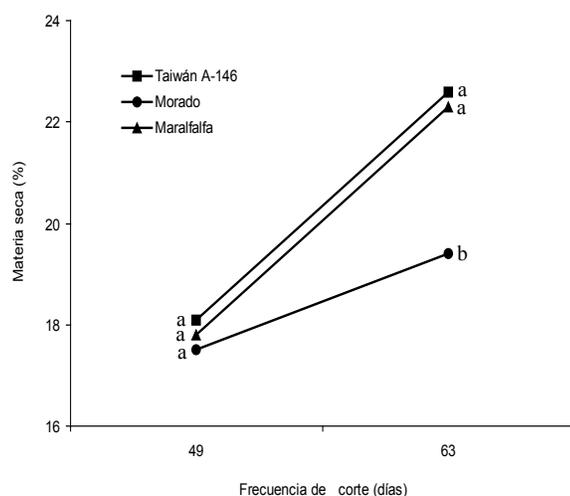


Figura 2. Efecto de la interacción frecuencia de corte por genotipo de *Pennisetum purpureum* sobre el porcentaje de materia seca.

ya que a medida que aumenta la edad de los brotes, se acumula mayor cantidad de materia seca, tanto en hojas como en tallos.

La ecuación de regresión  $PMS (\%) = 4,8 + 0,265F$ , nos muestra que en promedio por cada día adicional de intervalo entre cortes hay un incremento de 0,265 en el porcentaje de materia seca. Molina (2005), evaluando el comportamiento agronómico del pasto Maralfalfa, logró determinar que el porcentaje de MS se incrementó a medida que aumentaba la edad, con porcentajes promedios de 13,8, 18,5 y 24,4% a los 35, 45 y 60 días, respectivamente. Araya y Boschini (2005) evaluaron cinco ecotipos de *Pennisetum purpureum* y reportaron que el cultivar King Grass presentaba el

mayor porcentaje de materia seca 21,04%, seguido de Taiwán A-146 (19,44%) y Gigante (19,82%).

### Proteína cruda

El análisis de varianza muestra que cada factor por sí solo tuvo un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) en el porcentaje de proteína cruda. En el Cuadro 1 se muestran las diferencias de medias en relación a la frecuencia de corte, genotipos y tipo de fertilización. El porcentaje de proteína cruda disminuyó en un 24,6% a medida que aumenta el intervalo de días de corte. Herrera *et al.* (2002) encontraron que a los 49 días el pasto elefante alcanzaba niveles de proteína cruda de 11,24%, siendo este valor superior al obtenido en este ensayo.

La ecuación de regresión,  $PC = 17,7 - 0,18F$ , muestra una disminución de 0,18% de proteína cruda por cada día que aumenta el intervalo de corte. En estudios realizados en la zona alta del estado Mérida, Venezuela, Urbano *et al.* (2005) concluyeron que la proteína cruda del pasto elefante disminuía con la edad, encontrando un descenso de 0,036% por día de corte. Carneiro *et al.* (2005) consideraron que la calidad nutricional del pasto decrece con el incremento de los intervalos de corte, determinando que la edad óptima para el corte era de 60 días, debido a que a los 90 días, el contenido de proteína es muy bajo para las demandas normales de las funciones del rumen en vacas lecheras. Dall Agnol *et al.* (2004) obtuvieron resultados similares a los 63 días de crecimiento y concluyeron que a esta edad, el pasto elefante muestra los mejores índices de producción forrajera y valor nutritivo. Ibarra y León (2001) evaluaron el comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum* en condiciones de secano y concluyeron que el contenido de proteína cruda de Taiwan 801-4 disminuyó de 5,32 a 2,84%, mientras que para Taiwan 144 bajo de 6,63 a 5,51% cuando se cortaban desde 45 a 75 días, respectivamente.

En relación a los genotipos, el pasto elefante Morado mostró el mayor porcentaje de proteína, a diferencia del Taiwan A-146 y Maralfalfa. Estos contenidos son menores a los encontrados por otros investigadores. Pereira *et al.* (2002) encontraron valores de 10,43% para el cultivar Taiwan A-146. Álvarez (2004) obtuvo resultados de 10 y 17% de PC en el pasto elefante Morado, considerando estos valores altos para la alimentación de bovinos. Molina (2005) determinó que

Cuadro 1. Contenido y producción por superficie de proteína cruda (PC), así como el N extraído en los distintos tratamientos.

Variable	Frecuencia de corte		Genotipo			Tipo de fertilización		
	49	63	Taiwán	Morado	Maralfalfa	Estiércol	Urea	
	----- días -----					----- kg N/ha/año -----		
PC, %	8,85a†	6,32b	7,32b	8,16a	7,28b	7,06b	7,62a	8,08a
PC/ha	2.722a	2.624a	2.995a	2.427c	2.747b	1.909c	2.837b	3.566a
Extracción de N, % ‡	125,4	117,0	128,5	104,1	117,9	335,7	132,3	85,5

†Medias con letras distintas en la misma hilera indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

‡ Valores calculados como (N extraído/N aplicado) x 100.

el contenido de PC para el pasto Maralfalfa a los 35, 45 y 60 días fue 12,46 10,80 y 7,12%, respectivamente. Porras y Castellano (2006) reportaron valores mas bajos para este cultivar (9,75 8,69 y 5,35% para 30, 45 y 60 días).

Existe una respuesta directa en el incremento del porcentaje de proteína cruda con respecto a la cantidad de nitrógeno aplicado. Con la ecuación de regresión:  $PC (\%) = 6,95 + 0,0017N$  (kg/ha/año), se estima que por cada 100 kg de nitrógeno que se aplique el contenido de PC solo aumenta en 0,17%.

La proteína cosechada por superficie no es afectada por la frecuencia de corte, ya que las variables rendimiento y porcentaje de proteína responden en forma inversa, compensando su efecto, mientras que en el caso de los genotipos, el cultivar Morado tuvo mayor contenido de proteína, pero menor rendimiento, siendo la producción por hectárea inferior a la de los otros genotipos. La fertilización con nitrógeno incrementó tanto el rendimiento como el contenido de proteína, obteniéndose casi 3 kg de proteína por cada kilogramo de nitrógeno añadido en forma de urea.

En cuanto a la relación del nitrógeno aplicado con respecto al extraído, se observó en este experimento que el N removido es superior al aplicado. La frecuencia de corte y los genotipos no influyeron significativamente sobre esta variable; sin embargo, en la fertilización orgánica, correspondiendo al nivel más bajo de N, se extrajo tres veces más nitrógeno que el aplicado, para la dosis media la tasa de extracción

es ligeramente superior y para el nivel de 686 kg N/ha/año, la extracción alcanzó un 85% del N aplicado. Con la incorporación de altas dosis de nitrógeno se podría mantener un equilibrio de este nutriente en el suelo. Se debería considerar, además del N extraído por las plantas, las pérdidas de este macroelemento por evaporación y lixiviación. Asimismo, un suministro bajo de este nutrimento podría ocasionar una disminución de los rendimientos en los cortes sucesivos.

## CONCLUSIONES

El pasto Maralfalfa no superó al Taiwan A-146, en cuanto a producción de forraje y contenido de proteína cruda.

El pasto Morado fue el genotipo que presentó mayor porcentaje de proteína cruda, pero menor porcentaje y rendimiento de materia seca.

En la frecuencia de corte de 63 días se obtuvieron el mayor rendimiento y porcentaje de materia seca, mientras que a los 49 días se lograron los máximos valores de proteína cruda.

La fertilización nitrogenada con urea influyó positivamente sobre la producción de materia seca y contenido de proteína.

Se logró un aumento en la producción de materia seca con la edad del corte, pero esto va en detrimento del contenido de proteína cruda.

## RECOMENDACIONES

Sería recomendable evaluar el efecto de la fertilización con materia orgánica sobre el rendimiento y longevidad del cultivo del pasto elefante, especialmente en la cantidad y frecuencia de aplicación.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez C. 2004. Adaptación y evaluación del pasto elefante rojo *Pennisetum purpureum* Schum en tres frecuencias de corte. Rev. Fac. Nac. Agron. Colombia, 57(2): 38.
- Araya M. y C. Boschini. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. Agron. Mesoamericana, 16(1): 37-43.
- Betancourt A. 1982. Ensayo comparativo de cinco cultivares de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en la zona alta de los andes Venezolanos. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Merida, Venezuela.
- Carneiro H., F. De Souza y M. Villaquiran. 2005. Caracterización nutricional de accesos de capim elefante. Biotam Nueva Serie. Tomo 2: 374-376.
- Cheng Y. y C. Chen 1997. Breeding to improve yield and quality in Napiergrass. Proc. XVIII International Grassland Congress Winnipeg y Saskatoon. Canadá. Vol 1. pp.11-12.
- Dall Agnol M., S. Scheffer-Basco, J. Nascimento, C. Silveira y R. Fischer. 2004. Forage production of elephantgrass under cold climate conditions: growth curve and nutritive value. Rev. Bras. Zoot., 33(5): 1110 -1117.
- Dávila C y D. Urbano. 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. En González C. y E. Soto. (Eds). Manual de Ganadería Doble Propósito. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela. pp. 193-198.
- Ewell J. y A. Madrid 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- Faría J., B. González y J. Faría. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hoja, tallo y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Rev. Fac. Agron. LUZ, 14: 417-425.
- Faría J., B. González y Z. Chirinos. 2007. Producción forrajera de cuatro germoplasmas de *Pennisetum purpureum* en sistemas intensivos bajo corte. Memorias XII Jornada de Producción Animal. AIDA. .
- Herrera R., R. Martínez; R. Tuero, M. García y A. Cruz. 2002. Movement of substances during grazing and regrowth of the clone Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*). Cuban J. Agric. Sci., 36(4): 403-407.
- Ibarra G. y J. León. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum*: Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secano. Prod. Anim., 13(1): 31-34.
- Manyawu G., C. Chakoma, S. Sobanda, C. Mutisi e I. Chakoma. 2003. The effect of harvesting interval on herbage yield and nutritive value of Napier grass and hybrid *Pennisetum*. Asian Austra. J. Animal Sci., 16(7): 996-1002.
- Márquez F. y L. Sánchez. 2006. Evaluación de la frecuencia de corte y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y contenido de proteína de tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Tesis de Grado. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprum. Sta. Barbara, Zulia, Venezuela
- Molina S. 2005. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cultivado en el Valle del Sinú. Rev. Fac. Nac. Agron. Colombia., 58(1): 39.
- Nascimento S., R. Coelho, W. Luder, P. Monks y A. Silva. 2003. Elephantgrass: Morphophysiological response of the Mott cultivar to different nitrogen and phosphate fertilizer doses. IX World Conference on Production, XVIII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Sección 3: Grassland and Forage Crops. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Pereira M., H. Maldonado, J. Coelho, R. Versan-Smith, E. D'Avila y C. Da Silva. 2002. Chemical composition, available forage and leaf area index

- of 17 genotypes of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) under grazing at Campos Dos Goytacazes. Rev. Bras. Zootecnia, 31(1): 313-320.
- Porras D. y L. Castellanos. 2006. Efecto de tres dosis de nitrógeno y tres edades de corte sobre el comportamiento de pasto Maralfalfa en zona bosque húmedo premontano. Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. UNERG, INIA. San Juan de los Morros, Guarico.
- Rodríguez S., J. Moreno, L. León y E. Perdomo. 1983. Comparación de dos cultivares de elefante bajo el efecto de frecuencia de fertilización. Zootecnia Trop., 1: 99-110.
- Romero C y S. Alfonso. 2005. Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre el rendimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*). Biotam Nueva Serie. Tomo 2: 454-456.
- SAS (Statistical Analysis System) 1991. SAS User's Guide SAS Institute Inc Cary, NC. USA.
- Urbano D., C. Dávila y F. Castro. 2005. Efecto de la frecuencia de corte sobre cinco variedades de *Pennisetum* en zona alta del estado Mérida, Venezuela. Biotam Nueva Serie. Tomo 2: 460-463.
- Wadi A., Y. Ishii y S. Idota. 2004. Effects of cutting interval and cutting height on dry matter yield and overwintering ability at the established year in *Pennisetum* species. Plant Prod. Sci., 7(1): 88-96.



## Efecto de dos frecuencias y alturas de corte en la producción de biomasa de morera (*Morus alba* Linn.)

Yolai Noda<sup>1</sup>, Giraldo Martín<sup>1</sup>, Rey Machado<sup>1</sup>, Danny E. García<sup>2\*</sup> y María G. Medina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Central España Republicana. CP 44280. Matanzas, Cuba.

<sup>2</sup> Estación Experimental y de Producción Agrícola “Rafael Rangel”, Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela. \*Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo, Pampanito, Trujillo. Venezuela

---

### RESUMEN

Con el objetivo de determinar el potencial de rendimiento de la morera variedad Tigreada, se estudiaron dos alturas (50 y 100 cm) y dos frecuencias de corte (45 y 90 días), mediante un diseño totalmente aleatorizado en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Cuba. Se evaluaron las variables agronómicas: rendimiento de materia seca de la biomasa total (BT), rendimiento de materia seca de la biomasa comestible (BC), rendimiento de materia seca de las hojas (BH) y rendimiento de materia seca de los tallos tiernos (BTT) en el periodo lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL) en un año de explotación del cultivo. El efecto de la interacción altura x frecuencia fue significativo ( $P < 0,05$ ); los mayores valores se encontraron al cortar la planta cada 90 días y a 50 cm de altura, para la variable BT en el PLL (134,72 g MS/planta). Las interacciones encontradas en el BTT estuvieron mayormente determinadas por los cortes más intensos y la menor altura de poda y se obtuvieron hasta 13,62 g MS/planta en el PPLL. La altura de corte presentó un efecto significativo para la BT en el PPLL y la BH en ambos periodos; las mayores producciones se obtuvieron con los cortes más bajos. Se concluye que para la generalidad de las variables estudiadas existió interacción significativa de los factores altura y frecuencia de corte y con 90 días y 50 cm de poda se alcanzaron rendimientos aceptables de materia seca. Se encontró una acentuada diferencia de la morera, en términos de producción de materia seca, cuando se explotó con la menor altura de corte.

*Palabras clave:* morera, variedad, frecuencia, altura

---

### Effect of two pruning frequencies and heights on the biomass production of mulberry (*Morus alba* Linn.)

### ABSTRACT

With the objective to determine the potential yield of the mulberry variety Tigreada, two pruning heights (50 and 100 cm) and two cutting frequencies (45 and 90 days) were studied, by using of a completely randomized design at the Experimental Station of Pastures and Forages “Indio Hatuey”, Cuba. The agronomic variables: dry matter yield of total biomass (TB), dry matter yield of edible biomass (EB), dry matter yield of leaves biomass (LB), and dry matter yield of fresh stems biomass (FSB) were evaluated in the rainy (RS) and dry seasons (DS) in a year of exploitation of the crop. The height by frequency interaction was significant ( $P < 0.05$ ); the highest values in TB were found when cutting the plant every 90 days and at 50 cm of height in the RS (134.72 g DM/plant). The interactions found in the FSB were mainly determined by the more intense pruning and the lower pruning height, and up to 13.62 g DM/plant was obtained. The cutting height showed a significant effect on TB in the DS and on LB in both periods. The highest plant production was obtained with the lowest pruning height. It is concluded that, in general, for the variables studied there was a significant interaction cutting height and frequency. With 90 days and 50 cm of pruning height, acceptable dry matter yields were achieved. An accentuated difference in terms of dry matter production was found, when mulberry it was exploited with the lowest pruning height.

*Keywords:* mulberry, variety, frequency, height

---

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de las leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción ganadera es una estrategia que responde a las demandas de seguridad alimentaria de una población creciente, que debe ser cada vez más compatible con el uso racional de los recursos naturales (Pezo, 1996). Esta estrategia, además de su contribución potencial a contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas tradicionales, constituye un mecanismo para diversificar las empresas pecuarias, generar nuevos procesos e ingresos adicionales, reducir la dependencia de insumos externos e intensificar el uso del recurso suelo, sin menoscabo de su potencial productivo a largo plazo.

La morera es una especie arbustiva que ha sido tradicionalmente utilizada en la alimentación del gusano de seda y su potencial para la alimentación de diferentes especies de animales ha sido demostrado en varios países (Benavides, 2000; Boschini *et al.*, 2000; Kitahara, 2001; Sánchez, 2002; García, 2004). Las principales investigaciones realizadas con la morera en Latinoamérica han estado relacionadas con aspectos agrotécnicos, composición bromatológica, determinación de metabolitos secundarios, valor nutritivo y respuesta animal (Benavides *et al.*, 1994; Benavides, 2000, Boschini *et al.*, 2000; Martín *et al.*, 2002; García, 2003; Medina, 2004; Martín, 2004). En este sentido, se ha podido constatar que esta especie posee excelente contenido de proteína bruta (entre 15 y 25%) y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (entre 75 y 90%) (Benavides *et al.*, 1994; Benavides, 2000).

En algunos estudios agronómicos realizados en la especie para determinar la influencia de la frecuencia de corte, se ha encontrado que existen diferencias entre los niveles más utilizados (60, 90 y 120 días) en cuanto a la producción de biomasa y su composición (Boschini *et al.*, 2000; García, 2004). Por otra parte, al utilizar algunas alturas de poda, no se ha encontrado diferencias en cuanto a la producción de biomasa (Medina, 2004). Sin embargo, estos resultados han sido contrastantes con los obtenidos en otras investigaciones, en las cuales se ha encontrado diferencias significativas entre las alturas de corte (50 y 100 cm) en la producción de materia seca por hectárea (Sánchez, 2002). Estos resultados evidencian que la información acerca de la influencia de las diferentes

alturas de poda en la producción de materia seca, es contradictoria y en otros casos preliminar (Benavides, 1986). Es por ello que debido al efecto que parece tener este factor y su interacción con la frecuencia de corte, se impone la necesidad de corroborar estos aspectos en nuevos trabajos y en situaciones ambientales diferentes. Teniendo en cuenta tales argumentos, el estudio tuvo como objetivo determinar los efectos que producen dos alturas y dos frecuencias de corte en la producción de biomasa de la morera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", ubicada en la zona central de la provincia de Matanzas en el municipio de Perico, Cuba, a una altura de 19 m sobre el nivel del mar (Anon, 1971). Los experimentos se llevaron a cabo sobre un suelo clasificado como Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández, 1999). Este se caracteriza por ser de textura arcillosa, profundo, presente sobre una topografía llana y de buen drenaje. Sus características químicas se muestran en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se muestra, por época, el total de precipitaciones, así como los valores medios de temperatura máxima, media y mínima, la humedad relativa y la evaporación, durante el periodo experimental. El periodo experimental fue de un año; el cual se desglosó en dos periodos climáticos: periodo lluvioso (junio-noviembre) y periodo poco lluvioso (diciembre-mayo).

En la preparación de suelo se empleó: pase de arado, grada, cruce y grada. Para la siembra, se utilizaron propágulos de *Morus alba* (Linn.) variedad Tigreada del banco de semilla de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", los cuales provenían de ramas lignificadas con una edad entre seis y ocho meses de rebrote. Las estacas escogidas tenían una longitud promedio entre 20 y 30 cm y un grosor de 8-10 mm. La siembra se realizó en el año 2001 colocando las estacas de forma vertical al suelo y dejando al menos una yema bajo tierra. Se mantuvo la humedad del sustrato durante las primeras semanas, con el fin de lograr eficiencia en el enraizamiento y posterior brotación de los propágulos y se utilizó como distancia de siembra 1 m entre surcos y 0,40 m entre plantas.

El establecimiento transcurrió durante los primeros 11 meses después de plantadas las estacas; a los 12

Cuadro 1. Características químicas del suelo del área experimental.

Profundidad	MO	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
cm	%	KCl	- mg/100g -		-----	cmol/kg	-----	
0-20	3,17	6,0	5,5	13,4	19,9	3,6	0,53	0,03

Cuadro 2. Comportamiento de las variables climáticas durante el experimento en los periodos de lluvia (PLL) y poca lluvia (PPLL) y sus promedios en los últimos 15 años (PLL15 y PPLL15).

Época	Temperatura			Humedad Relativa	Precipitación
	Máxima	Mínima	Media		
		°C		%	mm
PLL	32,0	19,9	25,4	86,2	1.428,8
PPLL	29,5	14,8	21,8	79,3	182,0
PLL15	35,1	22,2	27,4	88,5	1.186,7
PPLL15	30,7	16,9	23,4	85,3	290,2

meses después de la siembra se comenzó a explotar la plantación. Se plantaron un total de 84 plantas/parcela, de las cuales 20 plantas de la porción central fueron utilizadas para los muestreos. Se realizaron labores de limpieza con el fin de mantener el área libre de malezas, y se aplicó una fertilización inicial posterior al mes de la siembra, con una dosis de cachaza (N: 1,01%; P: 0,87%, K: 1,03%) equivalente a 30 t MS/ha. Ambas labores se realizaron de forma manual.

Se realizaron ocho y cuatro cortes en las frecuencias de 45 y 90 días, respectivamente. Los cortes se realizaban con tijeras de podar, teniendo en cuenta la altura prefijada. Primero se cortaban las plantas del borde de cada parcela y después las 20 objeto de estudio. De cada componente de la biomasa se tomó una porción de 250 a 300 g para llevar a cabo las determinaciones de contenido de materia seca (AOAC, 1990).

En las plantas seleccionadas se determinó: peso total, peso de las hojas y peso del tallo leñoso, y por diferencia se calculó el peso de los tallos tiernos. A partir de las proporciones de hojas y tallos tiernos se obtuvo la biomasa comestible. Con el fin de determinar

el comportamiento de los indicadores agronómicos en base a la materia seca producida, se determinaron las siguientes variables de rendimiento: biomasa total (BT), biomasa comestible (BC), biomasa de hojas (BH) y biomasa de tallos tiernos (BTT).

Para el montaje del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial factorial 2 x 2. Los tratamientos consistieron en dos alturas (50 y 100 cm) y dos frecuencias de corte (45 y 90 días), los que originaron un total de cuatro tratamientos, replicados cuatro veces, para un total de 16 parcelas. Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis factorial, para lo cual se empleó la opción GLM (General Lineal Model) correspondiente al paquete estadístico SPSS versión 10.0 (Visauta, 1998). Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para P<0,05.

## RESULTADOS

En el Cuadro 3 se observa la interacción de los factores frecuencia y altura de corte en el rendimiento de la biomasa total durante el PLL. El mayor BT se alcanzó cuando se cosechó la planta a la altura de 50

Cuadro 3. Efecto de la interacción altura-frecuencia de corte en la producción de materia seca total en el período lluvioso.

Factor		Biomasa total
Frecuencia	Altura	
días	cm	g MS/planta
45	50	44,67c†
	100	34,95d
90	50	134,72a
	100	95,23b
Ee de la interacción		7,01

†Valores con diferentes letras difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Cuadro 4. Efecto de la interacción altura frecuencia de corte en la producción de materia seca de los tallos tiernos en el periodo poco lluvioso.

Factor		Biomasa tallos tiernos
Frecuencia	Altura	
días	cm	g MS/planta
45	50	13,62a†
	100	9,83b
90	50	6,47c
	100	3,07d
Ee de la interacción		1,24

†Valores con diferentes letras difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955).

cm con la frecuencia de 90 días (134,72 g MS/planta), que difirió significativamente del resto de los niveles estudiados.

Así mismo, para el BTT del PPLL también se encontró una interacción significativa ( $P < 0,05$ ) de los factores en estudio (Cuadro 4). En la época lluviosa, los mayores rendimientos se obtuvieron en esta variable cuando se cortó la planta a la menor altura y con la frecuencia menos intensa, mientras que para los tallos tiernos el mayor rendimiento en la época seca se obtuvo con la altura más baja y la frecuencia de corte más intensa. Para el resto de las variables estudiadas

no se encontró interacción de la altura y la frecuencia de corte (Cuadro 5).

Se pudo constatar que para la mayoría de las variables medidas, los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron al cortar la planta cada 90 días, excepto para la producción de tallos tiernos, en los que se encontró que con la frecuencia de corte más intensa (45 días) los rendimientos eran mayores (PLL). Por otra parte, la altura de corte no influyó en los rendimientos de materia seca de la biomasa comestible en ninguno de los dos periodos estacionales, ni en los rendimientos

de materia seca de los tallos tiernos durante el PLL. Sin embargo, este efecto sí fue significativo para los rendimientos de materia seca total en el PPLL y los rendimientos de materia seca de las hojas en ambos periodos, encontrándose con la menor altura de corte las mayores producciones de biomasa foliar.

### DISCUSIÓN

En cuanto a las variables climatológicas el periodo lluvioso (PLL) se caracterizó por ser de abundantes precipitaciones, indicador que resultó superior a la media de este periodo en los 15 años anteriores a esta investigación; sin embargo, el periodo poco lluvioso (PPLL) fue muy seco, con un total de precipitación ligeramente menor al promedio histórico. Las temperaturas máximas, medias y mínimas mostraron un comportamiento muy parecido en cada periodo; las medias estacionales fueron similares. La humedad relativa alcanzó valores representativos para las condiciones de Cuba, pero ligeramente inferior a la media histórica de los 15 años anteriores a la investigación para ambas épocas.

En el caso de la morera, con las frecuencias de corte más espaciadas la planta dispone de mayor tiempo para reponer la biomasa y con los cortes más bajos hay una mayor posibilidad de que el proceso de traslocación de nutrientes, desde las raíces, sea más efectivo (Medina, 2004). La respuesta obtenida en este sentido pudiera estar relacionada con el desarrollo morfológico de la especie, aspecto que puede ser atribuido a que la planta no ha alcanzado su máxima madurez, por efecto de las frecuencias de poda más intensas y la poca posibilidad de lignificación de los tallos tiernos en un periodo relativamente corto (45 días). Sin embargo, en estudios realizados por Martín *et al.* (2000) y Noda *et al.* (2005) no se encontraron interacciones de los factores en estudio en cuanto a la expresión de las variables de rendimiento. En el estudio realizado por Noda *et al.* (2005) se observó una interacción entre los factores altura (50 y 100 cm) y frecuencia de corte (60 y 120 días) solo en el caso particular de la variable BTL. Estos autores encontraron que con las frecuencias más espaciadas y las alturas de corte más bajas se obtenían las mayores producciones de tallo leñoso, debido a que las ramas alcanzan su mayor madurez y su grado de lignificación se incrementa proporcionalmente con su senectud (García, 2003). Estos resultados corroboran los obtenidos en esta investigación.

Con los resultados obtenidos en este estudio, es posible deducir que a medida que se aumenta la frecuencia de corte el peso seco total disminuye, lo cual se puede asociar a un menor tiempo de recuperación de la planta para que produzca suficiente biomasa. En este sentido, es conocido que los árboles, durante las primeras semanas después del corte, comienzan una etapa de lenta recuperación (producción), causada principalmente por la limitada cantidad de carbohidratos solubles, y solo después que la planta logra obtener rebrotes con hojas nuevas capaces de realizar la fotosíntesis, es que comienza la etapa de rápida recuperación y producción (Stür *et al.*, 1994). Por otra parte, durante las defoliaciones cada 45 días el intervalo es demasiado corto para permitir la recuperación de estas reservas (Okano *et al.*, 1994; González y Cantú, 2001).

Los resultados de la presente investigación corroboran los encontrados por Boschini (2002), Martín *et al.* (2000) y García (2004), quienes demostraron que las mayores producciones de biomasa se obtenían con las podas menos intensas. Además, se ha podido constatar que la morera responde de forma similar a otros árboles forrajeros, si se tiene en cuenta otras investigaciones realizadas en otras especies. Mendoza-Castillo *et al.* (2000), al estudiar el efecto de las frecuencias de corte cada 4, 8, 12 y 16 meses en la producción de biomasa de *Brosimum alicastrum* (árbol Ramón), encontraron las mayores producciones de materia seca a medida que disminuía la frecuencia entre los cortes. También han sido reportados resultados similares por López *et al.* (1994) en el árbol amapola (*Malvaviscus arboreus*) al disminuir la producción de biomasa con las podas más frecuentes. Igualmente, Guevarra *et al.* (1978), Ferraris (1979), Ella *et al.* (1991) y Heering (1995) encontraron tendencias similares en especies como *Leucaena leucocephala* y *Sesbania grandiflora*.

Es conocido que la morera presenta una gran cantidad de carbohidratos solubles en forma de almidón, almacenados a nivel de raíz (Benavides, 1996; Boschini, 2002) los cuales funcionan como compuestos de reserva (Medina, 2004). De ahí que los cortes más bajos en la morera pudieran todavía mantener una producción importante de biomasa, lo que revela un comportamiento contrario al exhibido por algunas leguminosas, tales como *Gliricidia sepium*, *Albizia lebeck* y *L. leucocephala* (Francisco, 2002; Del Pozo *et al.*, 2000), en las que la altura de corte constituye un factor importante de manejo, ya que cuando se corta a

Cuadro 5. Efecto de la altura y la frecuencia de corte en la producción de biomasa total (BT), comestible (BC), de hojas (BH) y de tallos tiernos (BTT) en los periodos lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL).

Factor	Nivel	BT	BC	BH	BTT		
		PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL
----- g MS/planta -----							
Frecuencia, días	45	16,2b†	32,5b	16,2b	27,5b	12,6b	12,7a
	90	56,7a	71,9a	51,6a	59,2a	39,9a	5,0b
	Ee	2,9***	3,1**	3,7***	2,6**	2,1*	0,9
Altura, cm	50	40,3a	54,5	37,4	45,8a	28,9a	8,8
	100	32,7b	49,9	30,4	40,9b	23,6b	8,9
	Ee	3,4*	3,8	2,7	3,2*	2,1*	0,8

†Valores con diferentes letras dentro de cada factor difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955) \*( $P < 0,05$ ) \*\*( $P < 0,01$ ) \*\*\*( $P < 0,001$ )

bajas alturas disminuyen las reservas de carbohidratos y la producción de forraje, pudiendo en algunos casos hasta morir la planta. Por ello, una de las razones que pudieran justificar la mayor cantidad de biomasa total y de hojas que aportó la altura de 50 cm, pudo ser por la posibilidad de traslocación directa y el transporte de estos metabolitos de manera más efectiva desde la raíz hacia las hojas (García, 2003).

Este aspecto corrobora los resultados de Benavides (1996) al estudiar estas mismas alturas, donde se obtuvieron los mayores rendimientos de materia seca con los cortes a 50 cm. Sin embargo, en ensayos realizados por García *et al.* (2000) al emplear alturas de poda de 20, 30 y 40 cm, no se encontraron diferencias significativas entre los niveles estudiados. No obstante, se requiere de un mayor número de investigaciones, en el campo de la fisiología del rebrote de esta especie, para poder definir con mayor seguridad el efecto de este factor en la producción de biomasa.

Como se puede apreciar, la altura y la frecuencia de corte empleadas en la explotación de la morera son determinantes en el manejo de la especie para obtener rendimientos de materia seca óptimos, en dependencia de la parte de la planta que se quiera cosechar. Según Mochiutti (1995), las defoliaciones en los árboles forrajeros aseguran fundamentalmente, maximizar

la producción de materia seca comestible en un estrato accesible. Los experimentos desarrollados en esta investigación demostraron que para lograr un alto potencial de rebrotes vigorosos posteriormente a la defoliación, es necesario tener presente la disponibilidad de reservas en el vegetal, relacionada con la altura de corte y el periodo de recuperación (frecuencia de corte).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos enfatizan la necesidad de emplear la mejor combinación de los factores altura y frecuencia de corte para el manejo de *M. alba*.

Las variantes de manejo agronómico más adecuadas para alcanzar rendimientos de materia seca en plantaciones de morera son: una frecuencia de corte de 90 días y una altura de poda de 50 cm, independientemente de la época del año.

## LITERATURA CITADA

- Anon. 1971. Memoria Anual. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 11<sup>ma</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

- Benavides J.E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus alba*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pastos (*Pennisetum purpureum*). Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Proyecto Sistemas de Producción Animal. Technical Report No. 67. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Benavides J.E. 1996. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas, 2(7): 27-30
- Benavides J.E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. Pastos y Forrajes, 23(1): 1-14
- Benavides J.E., M. Lachaux y M. Fuentes. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de morera (*Morus sp.*). En Benavides J.E. (Ed) Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2, pp. 495-514.
- Boschini C. 2002. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. En Sanchez M.D. (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper N° 147. FAO, Roma. pp. 115-122.
- Boschini C., H. Dormond y A. Castro. 2000. Composición química de la morera (*Morus alba*), para uso en la alimentación animal: Densidades y frecuencias de poda. Agron. Mesoamericana, 11(1): 41-50
- Del Pozo P.P., I. Jeréz, L. Fernández, P. Padilla y J. Ginoria. 2000. Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *L. leucocephala* en un agroecosistema silvopastoril. Modelado del crecimiento. Resúmenes IV Taller Internacional Silvopastoril, "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, p. 24.
- Ella A., G.J. Blair y W.W. Stür. 1991. Effect of age forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. Trop. Grasslands, 25(3): 275-280.
- Ferraris R. 1979. Productivity of *Leucaena leucocephala* in the wet tropics of north Queensland. Trop. Grasslands, 13(1): 20-27.
- Francisco G. 2002. Manejo de las defoliaciones de *Albizia lebbbeck* para la producción de biomasa. Tesis Maestría. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García D.E. 2003. Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn). Tesis Maestría. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García F. 2004. Evaluación agronómica de la morera (*Morus alba* cv. Cubana) en suelo Ferralítico Rojo típico. Tesis Maestría. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García F., R. Fernández, B. Mompié, E. González, M. Rodríguez y J. Cruz. 2000. Altura de corte de morera (*Morus alba*). Resúmenes I Taller Internacional de Morera "La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- González H. e I. Cantú. 2001. Drought adaptation in native woody species with silvopastoral potential in Northeastern México. Abstracts International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 207.
- Guevarra A.B., A.S. Whitney y J.R. Thompson. 1978. Influence of intra-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. Agron. J., 70(6): 1033-1037.
- Heering J.H. 1995. The effect of cutting height and frequency on the forage, wood and seed production of six *Sesbania sesban* accessions. Agroforestry Syst.. 30:341-350
- Hernández A. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba.
- Kitahara N. 2001. Mulberry-pasture association system in Japan. En Jian L., C. Yuyin, M. Sánchez y L. Xingmeng (Eds). Mulberry for Animal Feeding in China. China. pp. 27-28

- López G.Z., J.E. Benavides, M. Kass y J. Faustino. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa de amapola (*Malvaviscus arboreus*). En Benavides J.E. (Ed). Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2, pp. 531-544
- Martín G.J. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba* Linn. Tesis Doctoral. en Ciencias Agrícolas. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Martín G.J., F. García, F. Reyes, I. Hernández, T. González y M. Milera. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. Pastos y Forrajes, 23(4): 323-332
- Martín G.J., I. Hernandez, J.C García, E. Sánchez y J.E. Benavides. 2000. Estudio del efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de biomasa de morera (*Morus alba*). Resúmenes I Taller Internacional de Morera "La morera (*Morus alba*) oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Martín G.J., F. Reyes, I. Hernández y M. Milera. 2002. Agronomic studies with mulberry in Cuba. En Sanchez M.D. (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. No. 147. FAO, Roma. pp. 103-112
- Medina G. 2004. Comportamiento agronómico de una asociación de *Morus alba* (Linn.) con *Panicum maximum* en condiciones de pastoreo simulado. Tesis Maestría EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Mendoza-Castillo H., G.S. Tzec-Sma y S. Solorio-Sánchez. 2000. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol "Ramón" (*Brosimum alicastrum* Swartz). Livest. Res. Rural Dev., 12(4): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/mend124.htm>
- Mochiutti S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Maestría CATIE. Turrialba. Costa Rica.
- Noda Y., G.J. Martín y D.E. García. 2005. Efecto de la altura y la frecuencia de defoliación en la producción y la calidad de la biomasa de *Morus alba* (Linn). Pastos y Forrajes, 28(2): 133-139
- Okano K., S. Komaki y K. Matsua. 1994. Remobilization of nitrogen from vegetative parts to sprouting shoots of young tea (*C. sinensis*) plants. Jap. J. Crop Sci., 63: 125-130
- Pezo D. 1996. Potencial de sostenibilidad en sistemas de producción animal basados en la utilización de recursos alimenticios locales. Primer ciclo de conferencias sobre "Utilización de recursos alimenticios alternativos para rumiantes en el trópico", (Venezuela), p 116-146 (Resúmenes).
- Sánchez M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. En Sanchez M.D. (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper N° 147. FAO, Roma. pp. 1-9.
- Stür W.W., H.M. Shelton y R.C. Gutteridge. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En Gutteridge R.C. y Shelton H.M. (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB Internacional, UK.
- Visauta B. 1998. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana. Madrid, España.

## Uso de imágenes satelitales de alta resolución para evaluar parcelas experimentales en ensayos silvopastoriles

Francisco A. Ovalles<sup>1\*</sup>, Maria F. Rodríguez<sup>1</sup>, Yusmary Espinoza<sup>1</sup>, Adriana Cortéz<sup>1</sup>,  
Maria J. Pérez<sup>1</sup>, Evelin Cabrera<sup>1</sup>, Jose L. Gil<sup>2</sup> y Néstor E. Obispo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ceniap). Unidad de Recursos Agroecológicos. Av. Universidad, Campus Universitario UCV, El Limón, Maracay, estado Aragua. Venezuela. \*Correo-E: fovalles@inia.gob.ve.

<sup>2</sup> INIA. Ceniap. Unidad de Producción Animal. Maracay, Aragua. Venezuela.

---

### RESUMEN

Los sistemas agroforestales son una alternativa para lograr el uso sustentable de la tierra. El paso inicial en la investigación en estos sistemas es la selección de los sitios experimentales, los cuales deben ser caracterizados de forma tal que se pueda evaluar adecuadamente las relaciones entre los componentes del sistema. Este estudio tiene como objetivos usar una imagen satelital para 1) delimitar las parcelas experimentales y 2) evaluar el patrón espacial de la cobertura arbórea. Para ello se utilizó una imagen Ikonos y un sistema de información geográfica (SIG), mediante los cuales se delimitaron los lotes experimentales, la superficie de la copa de cada árbol y la distribución espacial del estrato arbóreo en los lotes del área de estudio. Adicionalmente, se determinaron el porcentaje de sombra, área promedio de la copa, distribución en cada parcela y estadísticos descriptivos. Se realizó un análisis exploratorio de datos y un análisis de cuadrícula. Utilizando la imagen y el SIG se delimitaron cuatro parcelas de 7,31 5,45 6,58 y 8,60 ha, respectivamente. Se determinaron tres niveles de sombra, que pueden ser consideradas para efecto de este trabajo como alta (>30%), media (20-30%) y baja (< 10%). Se tienen tres parcelas con cobertura arbórea importante y solo una donde predomina la cobertura herbácea. Se estableció la ocurrencia de dos patrones espaciales de árboles, uno aleatorio y otro en conglomerado.

*Palabras clave:* silvicultura, imagen Ikonos, patrón espacial, análisis de cuadrícula, diseño de muestreo.

---

### Use of high resolution satellite images to evaluate experimental plots in silvopasture essays

#### ABSTRACT

Agroforestry systems are an alternative to obtain a sustainable land use. The initial step in research in these systems is the selection of the experimental sites, which must be very well characterized to evaluate the relationships among the components of the system. The objective of this study was to use Ikonos satellite imagery: 1) to delimit the experimental plots and 2) to evaluate the spatial pattern of the arboreal cover. An Ikonos image and a geographical information system (GIS) were used to delimit the experimental plots, to obtain the area of each crown tree in the plots delimited, and the spatial distribution of the arboreal strata. The percentage of shade, the crown average, and the spatial distribution of trees in each plot were determined. An exploratory data and a quadrat analyses were employed. Using the Ikonos image and the GIS four plots of 7.31, 5.45, 6.58, and 8.60 ha were delimited. Three densities of shade were determined, that can be considered for effect of this work, as large (30%), medium (20-30%), and low (<10%). It was determined three plots with important arboreal cover and one where herbaceous cover predominated. It was established the occurrence of two spatial patterns, one random and another one cluster.

*Keywords:* silviculture, Ikonos imagery, spatial pattern, quadrat analysis, sampling design

## INTRODUCCIÓN

Venezuela presenta una serie de ecosistemas frágiles relacionados con las condiciones de relieve, humedad disponible (precipitación), drenaje y fertilidad de los suelos (Comerma y Paredes, 1978; Marín, 1999), en los cuales se han desarrollado sistemas de producción agrícola que han acelerado los procesos de degradación (Pla, 1989, 2005; Mogollón y Comerma, 1994). Ante esta situación se plantea a los sistemas agroforestales como una alternativa para lograr el uso sustentable de la tierra. El desafío con estos sistemas es enfrentar las realidades y contribuir por medio de la generación de tecnología al desarrollo agropecuario de tal forma que sea capaz de mantener altos niveles de productividad minimizando los riesgos ambientales (Vera, 1999). Como valor agregado, se considera que la agroforestería juega un papel importante en el ciclo del carbono y por ende en la mitigación del cambio climático (Infante, 2004). El paso inicial en la investigación en sistemas agroforestales es la selección de los sitios experimentales, donde su adecuada representatividad y caracterización permitirán la correcta interpretación y extrapolabilidad de los resultados de los experimentos (Ovalles y Comerma, 1991). La investigación en sistemas agrosilvopastoriles a diferencia de la investigación en cultivos de ciclo corto, en pastizales o en suelos per se, presenta complejidades adicionales que exigen complementar y compatibilizar resultados obtenidos mediante investigación en componentes individuales del sistema (Amézquita, 1999).

En consecuencia, los sitios experimentales deben ser caracterizados de tal forma que se pueda evaluar los procesos que influyen en las relaciones entre los componentes del sistema. La caracterización de las condiciones iniciales es importante, en particular la distribución espacial de los árboles, debido a que ella resulta de la acción de los factores bióticos y abióticos sobre las plantas actuales y predecesoras y se relaciona con los componentes morfológicos, fisiológicos, ambientales y ecológicos de las especies arbóreas (Kershaw y Looney, 1985; Hutchings, 1997), las cuales en presencia de pastizales desempeñan un papel relevante en la productividad de las fincas ya que proveen productos y funciones valiosas como madera y sombra, y son fuente de alimento para el ganado (Villanueva *et al.*, 2003).

En este sentido, las imágenes satelitales de alta resolución han demostrado ser útiles en la evaluación agroforestal (Arroyo-Mora *et al.*, 2003; Nugroho *et al.*, 2002; Hurtt *et al.*, 2003), debido a que constituye la base para la evaluación a escala muy detallada del estado de las sucesiones, la heterogeneidad de la vegetación, así como el uso y el cambio del uso de la tierra. Este estudio tiene como objetivos usar una imagen Ikonos para i) delimitar las parcelas experimentales y ii) evaluar el patrón espacial de la cobertura arbórea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en la finca Rancho Alegre (entre UTM E 534.652,44 y E 535.142,33 y N 1.143.947,01 y N 1.144.383,27), Marín, estado Yaracuy, Venezuela (Figura 1). La zona se caracteriza por tener suelos moderadamente bien drenados, fértiles, profundos, con texturas medias a ligeramente finas que fluctúan entre franco arenosa, franca y franco arcillosa. En la zona predominan los Alfisoles e Inceptisoles (Rodríguez y Rey, 2004) y la zona de vida corresponde a un bosque seco tropical (Ewel y Madriz, 1968).

Se utilizó una imagen Ikonos del año 2006, orto rectificadas (CPDI, 2006) con precisión cartográfica correspondiente a 1:25.000, con resolución espacial que permite trabajar a escala 1:5.000, en proyección UTM, datum PSDA 56 (La Canoa), Huso 19. El satélite Ikonos ofrece imágenes de alta resolución espacial de 1 m en modo pancromático y 4 m en el multiespectral, con una ortocorrección que para ciertas condiciones puede garantizar una exactitud menor 1,3 m (Guevara y Reyes, 2003).

Para el análisis e interpretación de la información se utilizó el programa ArcView 3.2 (ESRI, 1996), mediante el cual se delimitaron los lotes experimentales y se determinó la superficie de la copa de cada árbol presente en cada lote, así como la distribución espacial del estrato arbóreo.

Se realizó un análisis exploratorio de datos (AED), determinándose los valores lejanos y muy lejanos con relación a la media (Lobo *et al.*, 2006). Se utilizó el programa estadístico InfoStat (InfoStat, 2006) para el análisis de las copas de los árboles. Se determinó el porcentaje de sombra, tamaño promedio de la copa, distribución en cada parcela y estadísticos descriptivos. Se empleó un análisis de cuadrícula

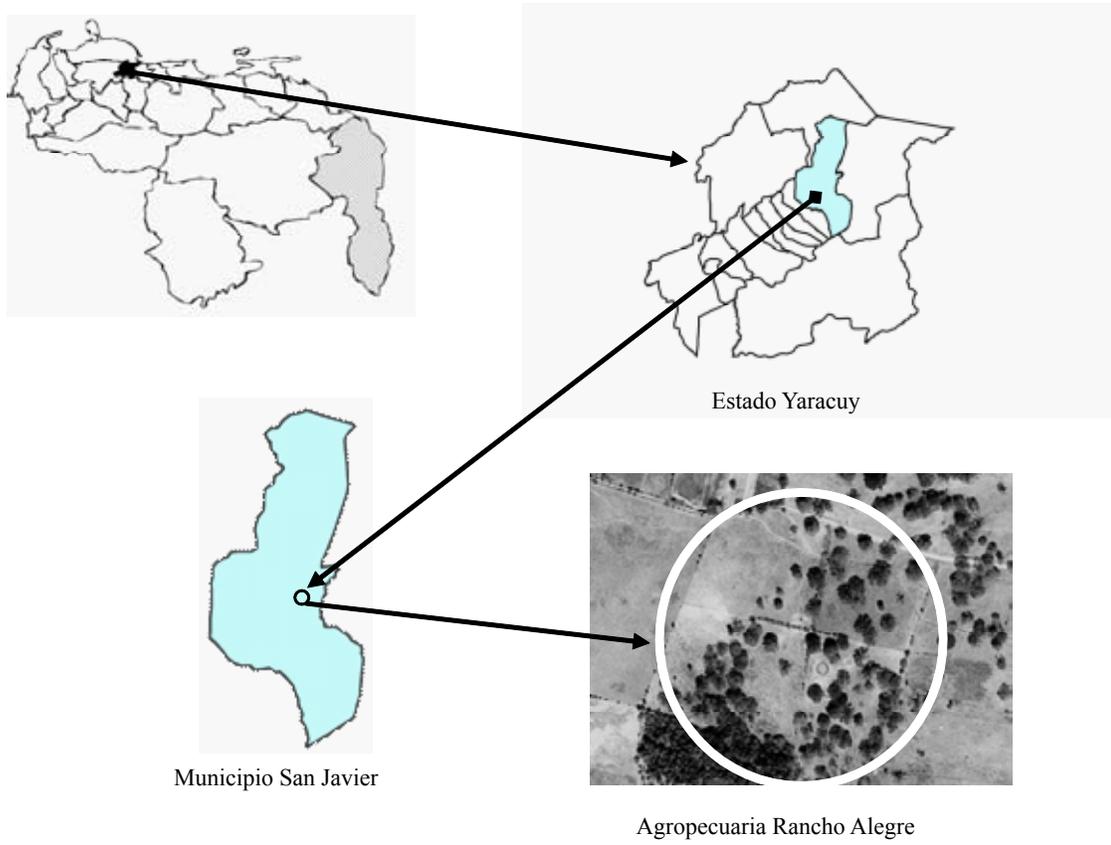


Figura 1. Ubicación del área de estudio

(quadrat análisis) (Thomas, 1979) para establecer el patrón de distribución espacial de los árboles.

El análisis en cuadrículas evalúa el patrón local que reflejan las observaciones de campo, dividiendo la región en celdas o cuadrículas (Ovalles, 1999). La metodología se basa en comparar la distribución observada contra la distribución esperada o teórica, para ello el análisis tiene dos etapas: 1) generación de la distribución teórica y 2) comparación de la distribución observada vs. la teórica, a objeto de establecer el tipo de patrón presente (aleatorio, regular, agregado). Para generar la distribución teórica se utilizó las distribuciones binomial y binomial negativa, la primera asume un patrón aleatorio y la segunda un patrón en conglomerado. La distribución binomial se calculó de acuerdo a:

$$P_m = \binom{r}{m} p^m (1-p)^{r-m}$$

$$\binom{r}{m} = \frac{r!}{(r-m)! m!}$$

donde:  $P_m$  = probabilidad de tener alguna observación en un número predeterminado de cuadrículas.

$r$  = número total de observaciones.

$m$  = número de observaciones en una cuadrícula.

$p$  = probabilidad de éxito en cualquier intento (tener al menos un árbol en la cuadrícula).

sólo si  $0 \leq m \leq r$

$n$  = número de cuadrículas.

La distribución binomial negativa se calculó según:

$$P_{(m)} = \frac{(k+m+1) p}{m(1+p)} P_{(m-1)}$$

$k$  es una medida del grado de aglutinación.

Las distribuciones, la observada y la esperada, se compararon utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov:

$$D = \text{máx. } |CO - CE|$$

donde:  $CO$  = Proporción acumulada observada.

$CE$  = Proporción acumulada esperada.

Las hipótesis a considerar fueron:

$H_0$ : la distribución es aleatoria

$H_a$ : la distribución no es aleatoria.

El uso de la distribución binomial se basa en que la distribución es aleatoria, por ello interesa aceptar  $H_0$ , en este caso Rao *et al.* (1979) recomiendan utilizar  $\alpha = 0,20$  con el fin de evitar el error tipo II (aceptar una  $H_0$  falsa).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la imagen de satélite mediante un sistema de información geográfica (SIG) permitió delimitar los lotes experimentales y realizar la evaluación de la sombra, por una parte, y el patrón que ella presenta, por otra. Para ello se procedió a dividir el área total disponible en función de la distribución de la copa de los árboles, observándose una clara diferencia en el patrón de distribución, nivel de sombra y cobertura de las copas.

Un primer análisis permitió delimitar los lotes, así como determinar el área de cada uno y el total de árboles presentes en las parcelas seleccionadas para los ensayos. El área se dividió en cuatro lotes, basándose en las cercas establecidas en la finca; los lotes fueron numerados como I, II, III y IV. El total de árboles fue de 117, distribuidos como sigue: 37 en el lote I de 7,31 ha, 24 en el lote II de 5,45 ha, 17 en el lote III de 6,58 ha y 39 en el lote IV de 8,60 ha (Figura 2), lo cual deriva en una densidad de 5 árboles en los lotes I y IV, 4 en el lote II y de 3 en el lote III, en este último los árboles se ubican hacia los bordes del área.

Seguidamente se delimitó el perímetro de cada copa, estableciéndose con esta información el porcentaje de sombramiento en cada parcela, el cual es mayor en el lote I (35,5%) y menor en el lote III (5,5%), en los otros fue de 22,5% (lote IV) y 30,7 (lote II). El promedio de la copa fue de 648,1 696,6 214,8 y 495,1 m<sup>2</sup> en los

lotes I, II, III y IV, respectivamente. Los estadísticos más importantes son presentados en el Cuadro 1. Los lotes I y IV limitan con un caño con agua estacional, mientras que los lotes II y III lo hacen con un camino de penetración. Estos últimos tienen un menor número de árboles, una menor superficie total de copas y una mayor variación en los tamaños de copa (CV de 144,9 y 171,2%), lo que puede ser indicativo de una mayor intervención en estos sectores.

Por otra parte, puede establecerse distintos niveles de sombramiento, dos lotes (I y II) donde son > 30%, otro (lote IV) donde el sombramiento es cercano al 20% y un último (lote III), donde el sombramiento es < 10%, es decir existen tres niveles de sombra, alto (> 30%), medio (alrededor de 20%) y bajo (< 10%).

Los histogramas de los árboles en cada una de las parcelas indican una distribución marcadamente asimétrica (Figura 3), con la ocurrencia en los lotes I y III de distribuciones claramente bimodales. También se observa la predominancia de copas con bajo porcentaje de cubrimiento en los lotes II y III, mientras que el lote I presentó las copas de mayor diámetro. Mediante el AED se estableció en la parcela II dos árboles cuya superficie es mayor a 2.215,1 m<sup>2</sup>, lo que representa valores lejanos con relación a la media, mientras que en la parcela III, se presentaron dos árboles con una copa mayor a 501.9 m<sup>2</sup>, magnitud que los cataloga como muy lejanos, siendo dos últimos considerados como atípicos. No obstante, esta información no es suficiente para establecer diferencias entre las parcelas tal como lo indica la imagen satelital. En la cual se aprecia lotes con distintos patrones de distribución de la sombra.

La evaluación de cubrimiento por la copa de los árboles indicó distintos niveles de sombra en cada uno de los cuatro campos evaluados, de igual forma en cada uno de ellos se aprecia la posible ocurrencia de distintos patrones de distribución espacial de los árboles. En consecuencia, se procedió a la evaluación del patrón de distribución de los árboles en cada parcela (Cuadro 2). El análisis de Kolmogorov-Smirnov indicó que el D calculado ( $D_c$ ) para los lotes I y II fue 0,02 y 0,05, respectivamente, mientras que el D tabulado ( $D_t$ ),  $\alpha = 0,20$ , fue 0,182 y 0,190 en cada caso, lo que lleva a la aceptación de  $H_0$ ; en consecuencia, en estos lotes la distribución espacial de los árboles se corresponde a un patrón aleatorio. En el lote III,  $D_c$  fue 0,07 y  $D_t$  0,182, lo que conduce



Figura 2. Parcelas delimitadas en el área de estudio

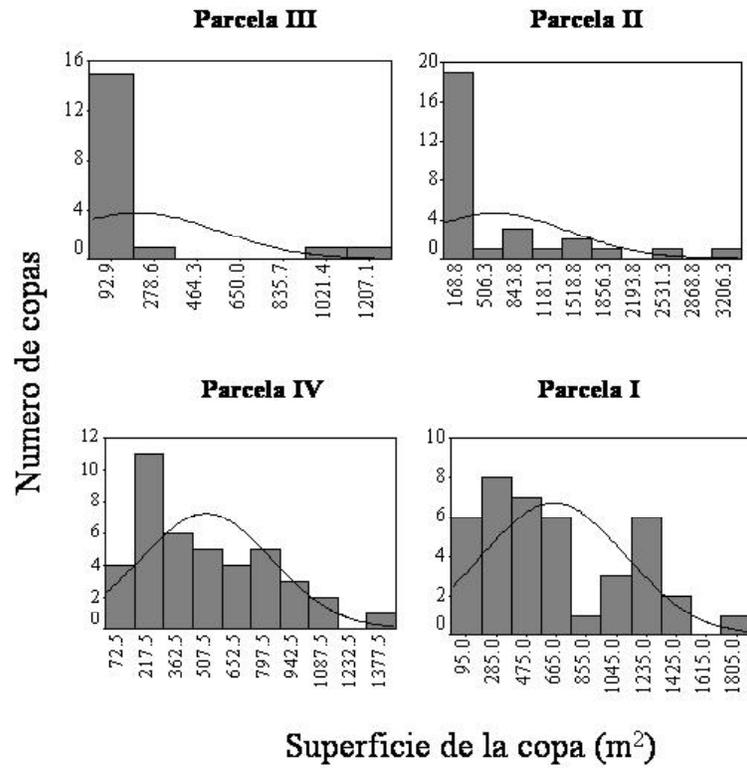


Figura 3. Histogramas de la distribución de las copas de los árboles según la ubicación de cada parcela en el campo

Cuadro 1. Parámetros más importantes de los valores de la superficie de la copa de los árboles en los lotes evaluados.

Parámetros	Área total	Lote I	Lote II	Lote III	Lote IV
Número de árboles	117	37	24	17	39
Superficie, ha	27,94	7,31	5,45	6,58	8,60
Densidad, árbol/ha	4	5	4	3	5
Área total copas, m <sup>2</sup>	65.602,8	25.923,9	16.717,3	3.651,1	19.310,4
Área promedio copa, m <sup>2</sup>	560,7	700,7	696,6	214,8	495,1
Sombra, %	23,5	35,5	30,7	5,5	22,5
Varianza	287.396,7	197.301,4	673.709,9	121.212,5	103.619,2
CV, %	102,5	69,4	144,9	167,1	65,9
Mínimo	6,16	41,59	6,16	26,15	38,20
Máximo	3.285,7	1.750,6	3.285,7	1.281,2	1.407,7
Q <sub>1</sub>	114,13	276,88	69,38	35,77	240,88
Q <sub>3</sub>	775,66	1.087,6	927,66	152,29	728,85
Asimetría	1,91	0,62	1,86	2,57	0,82
Curtosis	5,64	-0,57	3,24	5,74	0,29

CV = coeficiente de variación; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>2</sub>= tercer cuartil

a la misma conclusión anterior; no obstante, la gran mayoría de los árboles se encuentran en el perímetro de la parcela, predominando en su mayoría la ausencia de vegetación arbórea. En el lote IV, Dc fue 0,28 y Dt 0,17, es decir Dc > Dt, por consiguiente Ho es rechazada y aceptada la ocurrencia de un patrón distinto al aleatorio, que por el valor alcanzado por Dc es en conglomerado.

Estos resultados indican la presencia de tres niveles de sombra (>30, 20-30 y <10%) y dos patrones de distribución (aleatorio y conglomerado); adicionalmente, del análisis de la imagen se estableció que existen tres parcelas donde la cobertura arbórea es importante (lotes I, II y IV) y una donde predomina en su casi totalidad la cobertura herbácea. En consecuencia, el uso de la imagen permitió realizar una división del área de estudio en cuatro parcelas, lo

cual fue acertado ya que permitió separar áreas con distinta cobertura y distribución espacial arbórea.

Un valor agregado en el uso de la imagen satelital, tiene que ver con la orientación sobre el muestreo de suelos necesario para la caracterización edáfica del sitio experimental. La determinación de distintos niveles de sombra y patrones espaciales de los árboles conlleva a la necesidad de utilizar un diseño de muestro único que garantice la cobertura uniforme de toda el área en cada lote; en consecuencia, un muestreo sistemático sería el mas adecuado. Por otra parte, basándose en la superficie de cada parcela determinada mediante el SIG y en trabajos previos (Henríquez y Vitoria, 1999), donde se establece el numero mínimo de muestras adecuadas para realizar la evaluación de la variabilidad espacial de los atributos del suelo, el cual puede fluctuar entre 60 y

Cuadro 2. Distribución de los árboles en las parcelas evaluados.

m	DE	Prop	PA	DO	Prop	PA	D
Distribución binomial							
<u>Parcela I</u>							
0	12	0,34	0,34	11	0,32	0,32	0,02
1	12	0,37	0,71	13	0,38	0,70	0,01
2	7	0,20	0,91	7	0,21	0,91	0,00
3	2	0,07	0,98	2	0,06	0,97	0,01
4	1	0,02	1,00	1	0,03	1,00	0,00
<u>Parcela II</u>							
0	13	0,45	0,45	12	0,40	0,40	0,05
1	11	0,37	0,82	14	0,46	0,86	0,04
2	4	0,14	0,96	2	0,07	0,93	0,03
3	1	0,04	1,00	2	0,07	1,00	0,00
<u>Parcela III</u>							
0	22	0,63	0,63	24	0,70	0,70	0,07
1	10	0,30	0,93	6	0,18	0,88	0,05
2	2	0,07	1,00	2	0,06	0,94	0,06
3	0	0,00	1,00	2	0,06	1,00	0,00
Distribución binomial negativa							
<u>Parcela IV</u>							
0	31	0,73	0,73	19	0,45	0,45	0,28
1	9	0,23	0,96	10	0,24	0,69	0,27
2	2	0,03	0,99	10	0,24	0,93	0,06
3	0	0,01	1,00	3	0,07	1,00	0,00

m = número total de observaciones en una cuadrícula, DE = distribución esperada, Prop = proporción, PA= proporción acumulada, DO = distribución observada, D = estadístico de Kolmogorov-Smirnov.

66 muestras; también se recomienda tomar muestras cada 30 m. En consecuencia se puede recomendar un muestreo sistemático en cuadrículas de 30 x 30 m.

### CONCLUSIONES

El uso de la imagen Ikonos permitió dividir el área en cuatro parcelas, lo que a la luz de los resultados obtenidos fue lo más acertado. Mediante el empleo de la imagen y un SIG se estableció que cada una de ellas presenta condiciones muy particulares en cuanto al porcentaje de sombra y el patrón de distribución espacial del estrato arbóreo. Se determinaron tres niveles de sombra, que pueden ser consideradas para efecto de este trabajo como alta (> 30%), media (20-30%) y baja (< 10%).

Con relación al patrón de distribución espacial de la cobertura arbórea, se estableció la ocurrencia de dos patrones, uno aleatorio en los lotes I, II y III y otro en

conglomerado en el lote IV; sin embargo, en el lote III la gran mayoría de los árboles son de copa pequeña y se ubican hacia los bordes de la parcela. Consecuencia de lo anterior, se determinaron dos situaciones, una con cobertura arbórea (parcelas I, II y IV) y otra con predominio de cobertura herbácea (parcela III).

El uso de la imagen satelital y el SIG permite considerar en el ensayo silvopastoril tres factores: 1) el nivel de sombra, 2) el patrón de distribución espacial del estrato arbóreo y 3) presencia de parcelas con diversidad de estrato arbóreo y parcelas con predominio de cobertura herbácea, lo cual no hubiese sido posible sin el uso de las herramientas antes señaladas.

Adicionalmente, los resultados del análisis, puede orientar decisiones sobre el muestreo de suelos con la finalidad de establecer relaciones entre los componentes del sistema silvopastoril.

### AGRADECIMIENTOS

Loa autores desean agradecer la encomiable colaboración del Técnico Manuel de Jesús Mujica en las actividades de campo. Igualmente, a la Hacienda Rancho Alegre por permitir el desarrollo de estas actividades de investigación. Este trabajo fue financiado por el INIA, Subproyecto ID-TAC-05-103-1.

### LITERATURA CITADA

- Amézquita M.C. 1999. Planeación y diseño de ensayos agropastoriles. *En* Guimaraes E.P., J.I. Sanz, I.M. Rao, M.C. Amézquita y E. Amézquita (Eds.). *Sistemas agropastoriles en sabanas tropicales de América Latina*. CIAT-EMBRAPA, Publicación CIAT No. 313. pp 65-77
- Arroyo-Mora P., A. Sanchez-Azofeifa, B. Rivard y J.C. Calvo. 2003. Integrating very high and high resolution imagery for detecting secondary growth in a neotropical dry forest ecosystem: a vegetation indices approach. *Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte, Brasil, INPE, pp. 2655 - 2662.
- Comerma J. y R. Paredes. 1978. Principales limitaciones y potencial agrícola de las tierras en Venezuela. *Agron. Trop.*, 28(2): 71-85.
- CPDI (Centro de Procesamiento Digital de Imágenes). 2006. Informe Técnico: Orto-rectificación de imágenes de satélite IKONOS correspondiente a la carta 1:25.000 6447-II-SO. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. Fundación Instituto de Ingeniería para el Desarrollo Tecnológico-MCT. Caracas.
- ESRI. 1996. ArcView ver. 3.2. Environmental System Research Inst., Redlands, CA. EEUU.
- Ewel L. y A. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas.
- Guevara V. y A. Reyes. 2003. Precisión en la ortorectificación de imágenes del satélite IKONOS en áreas urbanas. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes, Fundación Instituto de Ingeniería para el Desarrollo Tecnológico-MCT. Caracas.
- InfoStat. 2006. Software estadístico InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Henríquez M. y J. Vitoria. 1999. Número de observaciones para estimar semivariogramas de algunas propiedades de suelo y distancias de muestreo. *Agron. Trop.*, 49(1): 5-17.
- Hutchings M.J. 1997. The structure of plant populations. *En* Crawley M.J. (Ed) *Plant Ecology*. Blackwell, Oxford. pp 325-358
- G., X. Xiao, M. Keller, M. Palace, G.P. Asner, R. Braswell, E.S. Brondízio, M. Cardoso, C.J.R. Carvalho, M.G. Fearon, L. Guild, S. Hagen, S. Hetrick, B. Moore III, C. Nobre, J.M. Read, T. Sá, A. Schloss, G. Vourlitis y A.J. Wickel. 2003. IKONOS imagery for the large scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia (LBA). *Remote Sens. Environ.*, 88: 111-127.
- Infante A. 2002. Sistemas agroforestales y el mecanismo de desarrollo limpio. *Rev. Fores. Latin.*, 17(31): 79-99.
- Kershaw K.A y J.H. Looney. 1985. *Quantitative and Dynamic Plant Ecology*. Edward Arnold, Londres. Inglaterra.
- Lobo D., D. Gabriels, F. Ovalles, F. Santibáñez, M.C. Moyano, R. Aguilera, R. Pizarro, C. Sangüesa y N. Urra. 2006. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe. UNESCO-CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, No. 3. pp 13-21.
- Marín R. 1999. Disponibilidad de tierras agrícolas de Venezuela. Fundación Polar, Caracas.
- Mogollón L. y J. Comerma. 1994. *Suelos de Venezuela*. Gerencia Corporativa de Asuntos Públicos - Palmaven, PDVSA. Caracas.
- Nugroho M., D.H. Hoekman y R. de Kok. 2002. Analysis of the forests spatial structure using SAR and Ikonos data. *ForestSAT Symposium* Heriot Watt University, Edinburgo,
- Ovalles F.A. y J.A. Comerma. 1991. Metodología para la selección y caracterización de sitios experimentales agropecuarios. FONAIAP - Centro Nacional de Investigaciones

- Agropecuarias. Instituto de Investigaciones Agrícolas Generales. Serie B. No. 18. Maracay.
- Ovalles F.A. 1999. Caracterización cuantitativa de suelos pedregosos. *En* López R. y F. Delgado (Eds.) Suelos Pedregosos. CIDIAT, Serie Suelos y Clima SC-74, pp 53-69.
- Pla I. 1989. Desarrollo de índices y modelos para el diagnóstico y prevención de la degradación de suelos agrícolas en Venezuela. Publicación Especial Banco Consolidado, Caracas.
- Pla I. 2005. Física de suelos e hidrología en América Latina. *En* Lobo D., D. Gabriels y G. Soto (Eds.). Evaluación de Parámetros y Procesos Hidrológicos en el Suelo. Documentos Técnicos en Hidrología del PHI, No. 71. Unesco, Paris. pp 1-5.
- Rao P.V., P.S.C. Rao, J.M. Davidson y L. Hammond. 1979. Use of goodness-of-fit test for characterizing the spatial variability of soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:274-278.
- Rodríguez M.F. y J.C. Rey. 2004. Delimitación de zonas frágiles de Venezuela. Mimeo. INIA-CENIAP. Maracay.
- Thomas R.W. 1979. An introduction to quadrat analyses. CATMOG 12. Study Group in Quantitative Methods, Institute of British Geographers, Londres.
- Vera R.R. 1999. Investigación en sistemas agropastoriles: Antecedentes y estrategias. *En* Guimaraes E.P., J.I. Sanz, I.M. Rao, M.C. Amézquita y E. Amézquita (Eds.). 1999. Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales de América Latina. CIAT-EMBRAPA, Publicación CIAT No. 313. pp 1-8.
- Villanueva C., M. Ibrahim, C. Harvey y H. Esquivel. 2003. Topologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agrofor. Am.*, 10(39-40): 9-16.



## **Daños podales en cerdas gestantes y lactantes alojadas en cuatro tipos de instalaciones**

Luis Sulbaran\*, Humberto Araque, Hiram Vecchionacce y Carlos González

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: sulbaranl@agr.ucv.ve

---

### **RESUMEN**

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se evaluaron 88 cerdas primíparas de la línea genética Camborough 22 durante la gestación y lactancia, las cuales estuvieron mantenidas individualmente en cuatro tipos de alojamientos: jaulas con piso sólido, corrales con piso de concreto sólido, cama profunda y campo que constituyeron los tratamientos. La evaluación se realizó cada 15 días (septiembre-marzo) por 14 semanas. Se utilizó una escala de medición del grado de daño de 1 al 5 del peor al mejor. Los resultados se sumaron para conformar otra escala del 1 al 20, a partir de la cual se realizaron los distintos análisis. Para medir el efecto de tratamiento y semana de evaluación se realizó un análisis de varianza siguiendo una distribución multinomial. Las cerdas mantenidas en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido presentaron los valores más altos de daños en los cascos (50,6 y 43,3%, respectivamente), en comparación a las hembras alojadas en campo y cama profunda ( $P < 0,05$ ). Se encontró que el daño sobre los cascos considerado como severo no se presentó en ninguno de los tratamientos ( $P > 0,05$ ); el daño leve mostró una probabilidad de ocurrencia de 3,1% en todos los alojamientos ( $P < 0,05$ ), mientras que el daño designado como excelente fue 59,3% ( $P < 0,05$ ). Se concluyó que cerdas alojadas en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido sufren más daños en los cascos que las cerdas alojadas en cama profunda y campo, pero con bajo grado de afectación en todos los casos.

*Palabras clave:* Daños podales, Cerdas gestantes y lactantes, Tipos de alojamientos.

---

### **Foot damages in pregnant and lactating sows housed in four types of facilities**

#### **ABSTRACT**

The study was carried out at the Faculty de Agronomy of Universidad Central de Venezuela. There were evaluated 88 gilts of the Camborough 22 genetic line during the gestation and lactation, which were maintained individually in four types of lodgings: cages with solid floor, corrals with solid concrete floor, deep bedding, and field that constituted the treatments. The evaluation was made every 15 days (September to March) by 14 weeks. The degree of damage was measured with a scale of measurement from 1 to 5, being 1 the worst and 5 the best. The results were added to obtain another scale from 1 to 20, in which different analyses were made. In order to measure the effect of treatment and week of evaluation, a variance analysis was made following a multinomial distribution. The sows maintained in corrals with concrete floor and cages with solid floor presented the highest values of damages in the helmets (50.6 and 43.3%, respectively), in comparison to the females lodged in field and deep bedding ( $P < 0.05$ ). The damage on the helmets considered as severe did not appear in any of the treatments ( $P > 0.05$ ); the slight damage showed a probability of occurrence of 3.1% in all the lodgings ( $P < 0.05$ ), whereas the damage called as excellent was 59.3% ( $P < 0.05$ ). It is concluded that sows lodged in corrals with concrete floor and cages with solid floor suffered more damages in the helmets that the sows lodged in deep bedding and field, but with lower degree of affectation in all the cases.

*Keywords:* Foot damages, pregnant and nursing sows, types of lodgings.

---

## INTRODUCCIÓN

La salud física de los animales juega un papel muy importante en la producción porcina. Los cerdos que no cumplen con los requerimientos mínimos de salud física son descartados en forma temprana, ocasionando pérdidas económicas. Se ha encontrado que la segunda causa de descarte, después de los factores reproductivos, es la debida a problemas en piernas y patas (Wood y Rothschild, 2001), lo cual también afecta la vida reproductiva. Los animales que no pueden sostener la monta, la recolección de semen o la inseminación son indeseables. El comportamiento productivo también es afectado, puesto que los cerdos con estos problemas tienen tasas de crecimiento pobres (Stalder *et al.*, 2005). Igualmente, los animales con cojeras severas no son aptos para ser transportados (Grandin, 2000).

Dentro de los desordenes que se desarrollan en piernas y patas, es importante destacar los relacionados con los daños en los cascos (daños podales), caracterizados por grietas y roturas en las pezuñas, los cuales se deben, según Mouttotou *et al.* (1997), a factores ambientales e inherentes al animal. Dentro de los primeros destaca el tipo de piso (sólido, de slat parcial o completo), la clase de material del piso (concreto, acero, plástico o aluminio) y las propiedades físicas del piso (lisas, abrasivas y rugosas). En cuanto a los factores inherentes al animal está el peso que soportan tanto los miembros delanteros como los traseros y su efecto sobre las pezuñas. También los factores nutricionales y los genéticos influyen sobre la salud podal de los animales. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de cuatro tipos de alojamientos durante la gestación y lactancia sobre la aparición de daños podales en cerdas primíparas.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio Sección Porcinos del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se evaluaron 88 cerdas primíparas de la línea genética Camborough 22 durante la gestación y lactancia, las cuales estuvieron ubicadas individualmente en cuatro tipos de alojamientos que a su vez conformaron los tratamientos: jaulas con piso de concreto sólido (25 cerdas), corrales con piso de concreto sólido (24 cerdas), cama profunda (18 cerdas) y campo (21 cerdas). Cada cerda en los

distintos alojamientos representó una replica dentro del tratamiento. En cada alojamiento los animales fueron alimentados con una dieta conformada principalmente por raíz y follaje de yuca, follaje de morera y aceite de palma.

La evaluación se realizó cada 15 días desde el primer día del mes de septiembre hasta el segundo día del mes de marzo, en el que se calificaba con un puntaje el daño encontrado, utilizando la siguiente escala: 1 = Pérdida del casco, 2 = Excoriaciones, 3 = Lesiones proliferativas alrededor del casco, 4 = Casco rasgado y 5 = Sin signos visibles. Esta evaluación se realizó tanto en las patas delanteras como traseras de cada cerda. Las puntuaciones obtenidas se procesaron según metodología propuesta por la National Swine Improvement Federation (1995) en la que se suman los puntajes resultantes en la escala inicial para las patas delanteras y traseras, tomando en cuenta que un resultado entre 1 y 7 puntos se refiere a un animal con severos problemas podales, 8 y 14 presentan problemas de movimiento con daños leves y un valor entre 15 y 20 es excelente.

Debido a que la escala de evaluación del daño presenta más de dos niveles de respuesta, para el análisis estadístico se consideró una distribución multinomial en un modelo que incluyó el efecto de alojamiento y la semana de evaluación sobre mediciones repetidas en las replicas. Se usó el procedimiento PROC GENMOD para el análisis de varianzas con un vínculo logia del programa estadístico SAS (2001). Además se determinó la probabilidad de respuesta de un determinado grado de daño en los alojamientos estudiados, según la fórmula:  $P(1) = [e^{\tau} / (1 + e^{\tau})]$ , donde  $\tau$  se determinó de acuerdo a las estimaciones arrojadas del mismo análisis y según los efectos evaluados, considerando para este caso cualquier grado de afectación en cada uno de los alojamientos sobre la salud podal de las cerdas, en relación al total de observaciones realizadas durante todo el período de evaluación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el resultado obtenido para el análisis de varianzas, apreciándose un efecto del alojamiento ( $P < 0,05$ ) sobre la salud podal de los cascos, lo cual se corrobora con lo señalado en el Cuadro 2 en el que se describe la prevalencia del daño en los cascos de las cerdas en cada uno de

Cuadro 1. Análisis de varianza.

Fuente	gl	X <sup>2</sup>	Significancia†
Tratamiento (T)	3	21,14	*
Semana de evaluación (S)	13	4,93	NS
T*S	55	39,7	NS

† Asterisco indica significancia a  $P < 0,05$ , NS: no significativo ( $P > 0,05$ )

Cuadro 2. Prevalencia de daños en cascos en cerdas mantenidas en cuatro tipos de alojamientos.

Tipo de alojamiento	Prevalencia
	%
Cama Profunda	12,5b
Jaula piso sólido	43,3a
Corral piso de concreto	50,6a
Campo	8,6b

los tipos alojamientos. Se observa que las hembras mantenidas en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido, tienen más riesgo de presentar daños en los cascos (50,6 y 43,3%, respectivamente), en comparación a las hembras alojadas en campo y cama profunda cuyos valores fueron 8,6 y 12,5%, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Resultados comparables obtuvo Mouttotou *et al.* (1999) al evaluar el efecto del piso sobre lesiones pódales en cerdos de engorde en la cual consideró cuatro tipos de pisos: concreto, slat parcial, slat total y cama profunda, encontrando que en los tres primeros casos el 94% de los animales presentaron algún tipo de daño sobre las patas, mientras que el daño encontrado en cama no fue significativo.

Por otro lado, el efecto de la semana de evaluación sobre el daño en los cascos no tuvo efecto significativo ( $P > 0,05$ ) sobre la variable respuesta; sin embargo, en el Cuadro 3 se muestran los porcentajes de afectación en relación al total de número de observaciones realizadas para cada alojamiento en cada una de las semanas señaladas. En las primeras siete semanas de evaluación, época que coincidió con la presencia de lluvia, se encontró que las cerdas alojadas en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido mostraron los porcentajes más elevados de afectación en ambos períodos, pero con una disminución para las semanas posteriores (8 a 14, período de sequía). En los tratamientos cama profunda y campo el efecto fue menor en los dos períodos, pero con un ligero

incremento en las últimas semanas. Al respecto, McDaniel *et al.* (1990) comentan que la razón por la que los cascos se ven más afectados en piso de tipo sólido y más aún en piso de concreto, es que estos tipos de pisos producen un efecto abrasivo sobre las pezuñas y cuando estas se humedecen, el tejido corneo de los cascos se ablanda exponiéndose a desgastes y heridas que favorecen la proliferación de bacterias, haciéndolos menos resistentes para absorber choques de impacto. En cambio, el piso de tierra, así como está sujeto a presentar humedad abundante, también es cierto que puede presentar períodos secos que favorecen la salud podal de los animales. Así mismo, Connor (2001) y Santos y Sarmiento (2005) destacan que los principales daños en los cascos que se presentan en cerdos alojados en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido se dan en épocas de mayor humedad y con mayor frecuencia en las patas delanteras.

En relación al grado de afectación, se encontró que el daño sobre los cascos considerado como severo no se presentó en ninguno de los tratamientos ( $P > 0,05$ ), el daño denominado como leve (8-15) mostró una probabilidad de ocurrencia de 3,1% en todos los alojamientos ( $P < 0,05$ ), mientras que la probabilidad para el daño designado como excelente fue de 59,3% ( $P < 0,05$ ). La distribución del número de observaciones encontradas por tipo de alojamiento se presenta en el Cuadro 4. Manteca y Gasa (2005) señalan que las lesiones podales en la cerda vienen

Cuadro 3. Distribución semanal de daños pódales observados en cerdas mantenidas en cuatro tipos de alojamientos.

Alojamiento	Semana de evaluación													
	Sep 01	Sep 15	Sep 29	Oct 13	Oct 27	Nov 10	Nov 24	Dic 08	Dic 22	Ene 05	Ene 19	Feb 02	Feb 16	Mar 02
	----- % -----													
Cama profunda	10	5	10	15	15	20	15	15	10	15	20	15	10	15
Jaula	35	35	30	35	20	20	15	15	20	15	15	15	10	10
Corral	35	25	40	30	35	20	20	20	20	30	30	15	20	15
Campo	5	5	20	10	5	5	25	20	15	10	15	10	5	10

Cuadro 4. Grado del daño podal en cerdas gestantes y lactantes en cuatro tipos de alojamiento.

Grado de afectación	Cama profunda	Jaula	Corral	Campo
	----- N° observaciones -----			
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	1	0
9	0	0	1	0
10	0	0	1	1
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	1	0	0
14	0	5	9	0
15	1	3	10	0
16	0	15	8	1
17	2	15	16	5
18	9	29	37	6
19	12	45	39	9
20	168	150	119	203

dadas por el tipo de instalaciones y la conducta de la cerda, debido a que en jaulas, sumado a la restricción de alimento, se presentan las esterotipias en cerdas, lo cual desencadena una sensación de hambre crónica en la hembra, provocando una conducta de búsqueda de alimento que hace que la cerda explore con las patas u hocico el sitio donde se encuentre ocasionando que el roce de las patas con las estructuras que rodean el puesto (pared, reja), provoquen rasgadura en cascos

que a la postre dicha lesión se empeora con el efecto del tipo de piso.

### CONCLUSIÓN

Se encontró que las cerdas alojadas en corrales con piso de concreto y jaulas con piso sólido sufren más daños en los cascos que las cerdas alojadas en cama

profunda y campo, pero con bajo grado de afectación en todos los casos.

### AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado para llevar a cabo esta investigación.

### LITERATURA CITADA

Connor M.L. 2001. Sows on Straw: Meeting the Challenges. Pigs on straw conference. Agr-Food. Anola & Brandon. Iowa, USA.

Grandin T. 2000. Perspectives on transportation issues: The importance of having physically fit cattle and pigs. *J. Anim. Sci.*, 79: 201-207.

Manteca X. y J. Gasa. 2005. Bienestar y nutrición de cerdas reproductoras. XXI Curso de Especialización. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. FEDNA. Madrid, España. pp. 215-236.

McDaniel B., M. Hahn y J. Wilk. 1990. Concreto mojado puede causar serios problemas a las pezuñas. *Boletín Agropecuario INDULAC*, 93: 5-7.

Moultotou N., F. Hatchell, M. Lundervold y L. Green. 1997. Prevalence and distribution of foot lesions

in finishing pigs in south-west England. *Vet. Record*, 141: 115-120

Moultotou N., F. Hatchell y L. Green. 1999. Foot lesions in finishing pigs and their associations with the type of floor. *Vet. Record*, 144(23): 629-632.

National Swine Improvement Federation. 1995. Swine genetics fact sheets. Purdue Univ. Coop. Ext. Ser., West Lafayette, IN. USA.

Santos R. y L. Sarmiento. 2005. Producción de cerdos en exterior en el trópico. VIII encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Univ. Nac. Exp. Llanos Ezequiel Zamora, Guanare, Venezuela. Disponible en línea en [http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii\\_encuentro/memorias/ronald.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/memorias/ronald.htm)

SAS. 2001. The SAS system for windows V8. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Stalder K., C. Johnson, D. Miller, T. Baas, A. Christian, N. Berry y T. Serenius. 2005. Pocket guide to structural, feet and leg, and reproductive soundness. National Pork Board, Des Moines, IA. USA.

Wood C. y M. Rothschild. 2001. Feet and leg soundness. Swine Industry Handbook, PIH-101, Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, IN, USA.



## **Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores hematoquímicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales**

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

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Yaracuy. Vía aeropuerto Las Flores, sector la Ermita. Apartado Postal 110. San Felipe 3201, Yaracuy. Venezuela. \*Correo electrónico: esandoval@inia.gob.ve

<sup>2</sup> INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Unidad de Sanidad Animal. Maracay, Aragua. Venezuela.

<sup>3</sup> Ejercicio libre de la profesión. San Felipe, Yaracuy. Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Reconociendo la importancia de las infecciones por estróngilos digestivos como limitante de la explotación de pequeños rumiantes, se planteó un estudio cuyo objetivo fue conocer el efecto que el tratamiento simultáneo antihelmíntico y antianémico puede ejercer sobre la ganancia de peso, valores hematológicos y algunos indicadores de química sanguínea. Cuarenta ovejas mestizas West African con un peso promedio de 22,2 kg y una edad aproximada de 19,2 meses fueron sometidas a un sistema de explotación agrosilvopastoril e infectadas en condiciones naturales. Durante la época intermedia se evaluó cada 15 días y por cuatro meses la carga parasitaria (hpg), la ganancia de peso (GDP), hematocrito (Ht), hemoglobina (Hb), proteínas totales (PT), albúmina y globulinas. Durante el cuarto muestreo se aplicó un tratamiento antihelmíntico vía subcutánea y un antianémico por tres veces a un intervalo de 48 horas vía intramuscular. Los recuentos de hpg no presentaron una distribución normal, por lo cual se utilizó en su análisis la prueba no paramétrica para datos apareados de Wilcoxon. El resto de los resultados fue analizado utilizando la prueba de “t” para datos apareados. Los resultados señalan una efectividad del producto en un 95,7% observándose diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los valores de hpg antes (AT) y después del tratamiento (DT). Los resultados de las GDP señalan un incremento ( $P < 0,05$ ) después de la administración del antiparasitario y del antianémico una vez disminuido el efecto parasitario. Los valores de Ht y Hb resultaron compatibles con anemia en AT y significativamente ( $P < 0,001$ ) superiores en DT. Los valores de PT en AT son atribuibles a un déficit proteico de la dieta, asociado a un proceso de disminución del apetito. No se observaron diferencias significativas en los valores de globulinas, lo que señala una moderada respuesta humoral. Se concluye que la administración simultánea del antihelmíntico y del antianémico favorece la ganancia de peso y mejora los parámetros hematológicos (hematocrito y hemoglobina), así como los valores de proteínas totales.

*Palabras clave:* hematocrito, hemoglobina, nematodos, antihelmínticos, ganancia de peso

---

### **Effect of antihelmintic and antianemic treatments on gain weight and haematochemical indicators in tropical sheep infected under natural conditions**

#### **ABSTRACT**

Recognizing the relevance of the infections by digestive strongyle as a limiting factor to the exploitation of small ruminants, it was planned a study to evaluate the effect of that a anthelmintic and antianemic simultaneous treatment might exert on the gain weight, hematological values, and some indicators of blood chemistry. Forty West African cross breed sheep with a weight average of 22.2 kg and 19.2 months old, were raised under an agroforestry system and infected under natural conditions. During the intermediate rainfall time, the sheep

were evaluated every 15 days during four months and the following items recorded: strongylid egg per gram counts (epg), daily gain weight (DGW), haematocrit (Ht), hemoglobin (Hb), total proteins (PT), albumin, and globulins. During the fourth sampling it was applied simultaneously an anthelmintic and antianemic treatment. The results showed a high effectiveness of the product (95.7%) when compared before (BT) and after treatment (AT). The DGW was significantly higher after the treatment application ( $P < 0.05$ ). The observed values BT of Ht and Hb were compatible with anemia, but these values were increased in AT sheep ( $P < 0.001$ ). The PT in BT was attributable to a protein deficit in the diet, associated with a reduced appetite which is common in strongylid infestation process. No significantly differences were observed in the values of globulins, indicating a moderate humoral response. It is concluded that the simultaneous application of the anthelmintic and antianemic treatment resulted in higher weight gain, improved the haematological parameters (haematocrit and hemoglobin), as well the total proteins values.

*Keywords:* haematocrit, hemoglobin, nematode, antihelmintic, weight gain.

## INTRODUCCIÓN

El incremento de las fuentes alimenticias para satisfacer las demandas de la población humana mundial constituye un importante reto para la agricultura del presente, donde los alimentos de alto valor proteico, se hacen cada vez más costosos y difíciles de producir (Blanchard, 2006).

Los pequeños rumiantes son de las especies domésticas más antiguas y de diversa contribución al bienestar humano (Boyazoglu *et al.*, 2005). En Venezuela, los pequeños rumiantes tienen alta pertinencia social y no ha sido bien ponderada su importancia para el desarrollo de comunidades rurales pobres (Pariacote, 2006).

En el medio tropical, el desempeño productivo de esta actividad pecuaria se ve afectado por factores que intervienen negativamente, dentro de los cuales el parasitismo gastrointestinal ocupa un lugar destacado, al ocasionar perjuicios relacionados con el retardo y disminución de la producción, costos de tratamientos profilácticos o curativos y en casos extremos la muerte de los animales (Mota *et al.*, 2003).

En este sentido, este estudio se propuso conocer el efecto que un tratamiento simultáneo con antihelmínticos y antianémicos puede ejercer sobre la ganancia de peso, condiciones hematológicas y algunos indicadores de química sanguínea en ovejas tropicales explotadas en un sistema agrosilvopastoril e infectadas en condiciones naturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de la zona

La investigación se llevó a cabo en un rebaño de ovejas mestizas West African sometidas a un sistema de explotación agrosilvopastoril, localizado en el asentamiento de Agua Viva, Municipio Peña del estado Yaracuy, ubicado a  $9^{\circ} 59' N$  y  $69^{\circ} 06' O$ , a una altura de 350 msnm. El área de estudio se corresponde con una zona de bosque seco tropical, presentando un período de lluvia aproximadamente de 6 meses y una precipitación promedio de 1.100 mm/año.

Cuarenta animales hembras fueron seleccionados al azar, presentando un peso promedio de  $22,2 \pm 10,1$  kg y una edad aproximada de 19,2 meses.

### Métodos parasitológicos

Durante la época intermedia del año (lluvia moderada y errática) se colectaron muestras de heces directamente de la ampolla rectal cada 15 días durante 4 meses. Estas fueron procesadas por la técnica de Mc Master modificada (Morales y Pino, 1977) y sus resultados expresados en número de huevos por gramo de heces (hpg). Con la misma frecuencia y durante el mismo período se realizaron las evaluaciones de peso corporal (GDP).

La eficacia del antihelmíntico se calculó mediante la fórmula:

$$(RHPGA - RHPGD / RHPGA) * 100$$

donde:

RHPGA: recuento de hpg antes del tratamiento

RHPGD: recuento de hpg después del tratamiento

### Métodos hematológicos

Durante el cuarto muestreo se tomaron muestras de sangre asépticamente de la vena yugular para la determinación del indicador hematocrito (Ht) por la técnica de la micro centrifugación y expresados en litro por litro (L/L). La hemoglobina (Hb) se cuantificó espectrofotométricamente por el método de la cianometahemoglobina a 540 nm en un Spectronic 700, expresándose en g/L. De igual manera, en este momento se recolectó sangre completa sin anticoagulante para la obtención del suero sanguíneo y su posterior procesamiento con reactivos comerciales empleando la reacción de Biuret para la determinación de proteínas totales (PT) y verde bromocresol amortiguado para determinación de la albúmina (ALB), donde las absorbancias de la muestra y el patrón se midieron espectrofotométricamente a 545 nm y 630 nm, respectivamente (Schalm *et al.*, 1981). En ambos casos, los resultados se expresaron en g/L. El valor de las globulinas se obtiene restando del valor de las PT de el albúmina. La misma evaluación fue realizada al final del ensayo (muestreo 8).

### Tratamientos farmacológicos

A objeto de determinar la influencia de la infección parasitaria sobre las variables estudiadas, los animales seleccionados fueron sometidos al tratamiento antihelmíntico, durante el cuarto muestreo. Para seleccionar el producto se consideró la condición de pequeños productores, decidiéndose por un producto comercial de larga persistencia, que por razones de costo no poseía historia de uso en la zona. El producto contenía 10 mg de ivermectina por mL, a una dosis sugerida de 0,2 mg/kg (1 mL/50 kg PV), administrado por vía subcutánea detrás de la paleta. De igual manera se aplicó por tres veces a un intervalo de 48 horas vía intramuscular, un antianémico conteniendo hierro, vitamina B12, aminoácidos y ATP a la dosis de 1 mL por cada 25 kg.

### Análisis estadístico

Previo a la realización de las pruebas estadísticas se evaluó si los datos se ajustaban a una distribución normal para lo cual se recurrió a la prueba de Kolmogorov Smirnov. Con el fin de evaluar la posible

diferencia entre los recuentos de hpg antes y después del tratamiento y en vista de que la distribución de estos datos no se correspondió con una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica para datos apareados de Wilcoxon.

En el caso de la ganancia de peso y de los valores hematológicos se utilizó la prueba de "t" para datos apareados. El paquete estadístico empleado fue el Infostat (2004). Para el análisis de los datos por animal referidos a ganancia diaria de peso y recuento de hpg, antes del tratamiento y después del tratamiento, se agruparon en dos grupos de manera de que cada dato representó el valor promedio de cuatro muestreos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados de este trabajo se puede inferir que la eficacia del producto puede considerarse alta al ubicarse en un 95,7% de reducción en el recuento de hpg, lo cual se ve reflejado en el hecho de las diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ) encontradas entre los valores pre (AT) y postratamiento (DT) (Cuadro 1), donde los valores de AT se corresponden con infecciones graves, para luego corresponderse en la etapa DT con un nivel de infección leve de acuerdo a la clasificación de Hansen y Perry (1994). Estos resultados son indicativos de la falta de experiencia del uso de esta molécula en el rebaño.

En relación a las ganancias de peso, los resultados señalan un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) una vez aplicados los tratamientos antiparasitario y antianémico, reflejando una elevada eficiencia del antiparasitario y por consiguiente, la ausencia de resistencia ante el mismo. Se han señalado reducciones en el consumo voluntario de alimentos de hasta un 50% en animales infectados, donde se ve severamente afectada la economía proteica del hospedador al comprometerse el total de nutrientes disponibles para los procesos anabólicos (Knox *et al.*, 2006). El grado de esa reducción del apetito puede ser afectado por la especie de parásitos, su sitio y el nivel de infección, así como por la raza, edad y el estado de resistencia del hospedador (Sykes y Greer, 2003). Los cambios en los procesos patofisiológicos asociados con la presencia de estos organismos en el tracto gastrointestinal se asocian con una disminución del apetito, una decreciente digestibilidad de los alimentos y una desviación de nutrientes hacia la reparación de

Cuadro 1. Carga parasitaria, ganancia de peso, hematología y química sanguínea pre y pos tratamiento antihelmíntico en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales.

Variable	Periodo	N†	Media	P
Estróngilos, hpg	Pre	148	1.890 ± 2.838 a	0,001
	Pos	133	80,1 ± 234,8 b	
G.D.P., g/d	Pre	108	0,056 ± 0,241 a	0,05
	Pos	151	0,132 ± 0,143 b	
Hematocrito, L/L	Pre	147	0,27 ± 0,06 a	0,001
	Pos	133	0,37 ± 0,05 b	
Hemoglobina, g/L	Pre	35	78 ± 21 a	0,001
	Pos	34	113 ± 17 b	
Proteínas Totales, g/L	Pre	35	61,4 ± 1,08 a	0,001
	Pos	34	73,5 ± 1,06 b	
Albúmina, g/L	Pre	35	29,5 ± 0,51 a	0,001
	Pos	34	40,9 ± 0,56 b	
Globulinas, g/L	Pre	35	32,0 ± 0,95	N.S.‡
	Pos	34	33,2 ± 0,93	

† N: número de observaciones

‡ N.S.: No hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias.

tejidos dañados por la acción parasitaria (Hoste *et al.*, 1997, 2005).

En relación a los indicadores hematológicos (Cuadro 1), tanto el Ht como la Hb en la etapa AT presentan valores promedios compatibles con procesos anémicos, para posteriormente reflejar un importante incremento en la evaluación DT con diferencias altamente significativas ( $P < 0,001$ ). La anemia representa una de las expresiones más frecuentes de la infección parasitaria, donde los volúmenes de eritrocitos y la concentración de hemoglobina disminuyen como consecuencia de la pérdida de sangre, fallas en el proceso hematopoyético y la carencia de hierro, así como por la disminución del apetito y alteración de la absorción intestinal de nutrientes (Mandonnet, 1995). De estos resultados podemos advertir de la presencia de parásitos hematófagos, tal y como lo señalan Morales *et al.* (2002). Esto autores concluyen que la disminución en estos valores resulta un acertado indicador de la

presencia de parásitos y cuyas consecuencias implican una disminución de la condición corporal, decaimiento y bajos niveles de producción (Kaplan, 2004). Estos parásitos succionan cantidades importantes de plasma sanguíneo, mayores a las que el organismo es capaz de reemplazar, conduciendo a un considerable deterioro de los niveles de Ht y Hb (Vargas, 2006). En este sentido es fácil inferir, que en el presente caso, la presencia de parásitos hematófagos está inversamente correlacionada con los indicadores hematológicos y la respuesta productiva del animal, al observarse una considerable mejoría de los mismos, una vez que la presencia parasitaria y sus efectos fisiopatológicos disminuyeron por efecto del tratamiento.

En el Cuadro 1 se observan los valores de los indicadores bioquímicos en las etapas AT y DT. Estos valores, aunque en los dos períodos se encontraron dentro del rango fisiológico reportado para la especie (60 a 70 g/L) (Valera *et al.*, 2005; Sandoval *et al.*, 1995), tienden en AT al límite inferior del rango,

mientras que resultan superiores con diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,001$ ) para los valores en DT. Disminuciones significativas en los valores de PT en animales infectados con nematodos gastrointestinales al contrastarse con el grupo control han sido reportados por Sharma *et al.* (2001). La disminución en su concentración plasmática refleja condiciones de insuficiencia hepática o un pobre suministro de aminoácidos en la dieta (Bouda *et al.*, 1991), por lo que estos resultados son atribuibles a un déficit en el nivel proteico de la dieta en los hospedadores (Cruz Manzano *et al.*, 1999), muy probablemente asociado al proceso de disminución del apetito durante la etapa de infección severa.

Los resultados de este trabajo (Cuadro 1) no reflejan diferencias significativas entre los valores de las globulinas durante los periodos de pre y posttratamiento. Esta condición puede explicarse por el hecho de que las globulinas son componentes proteínicos, que entre otras funciones, están encargados de defender al organismo de las infecciones a través de la formación de anticuerpos. Es por esto que reflejan la respuesta del sistema reticuloendotelial a los antígenos después de la infección por agentes injuriantes como en el caso de los parásitos, en donde los cambios que se generan en los valores de estas son pequeños o inapreciables, a diferencia de las infecciones virales donde pueden encontrarse títulos elevados de anticuerpos (Gutiérrez, 1997). Por otra parte, se ha demostrado que para establecer una adecuada respuesta inmune es necesario considerar una suplementación con proteínas mayoritariamente sobrepasantes como una parte del requerimiento de mantenimiento de estos animales (Torres Acosta, 2005), asociado a su vez con el efecto tiempo (Coppo *et al.*, 2003), condición que en el presente caso no se cumplió.

### CONCLUSIONES

La infección parasitaria potenciada por las condiciones de subalimentación, expresada a través de la disminución de las PT, afecta la condición de salud en ovejas tropicales infectadas de forma natural en sistemas agrosilvopastoriles al provocar efectos fisiopatológicos compatibles con procesos anémicos, reflejados a su vez en la disminución de los valores de hematocrito y hemoglobina, generando un cuadro morboso que conduce a pérdida de las condiciones de producción que se traducen en bajas ganancias de peso.

Los animales una vez tratados responden satisfactoriamente en forma simultánea con el antihelmíntico y el antianémico con una mejoría evidente y significativa de los parámetros hematológicos (Ht y Hb), química sanguínea y en fin en los aspectos de salud y productividad.

La utilización racional de los tratamientos antihelmínticos y el empleo de suplementación estratégica permitiría optimizar la productividad de los rebaños, reducir la frecuencia de tratamientos, prolongar la vida útil de las moléculas de los químicos antihelmínticos, reduciendo los costos de producción de manera de constituir en conjunto un sistema eficaz complementario para el control parasitario integral.

### LITERATURA CITADA

- Blanchard N. 2006. Sistemas de producción caprina orientados a la transformación tecnológica. Memorias V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Lara, Venezuela.
- Boyazoglu J., I. Hatziminaoglou y A. Morand-Fehr. 2005. The role of the goat in society: past. Present and perspectives for the future. *Small Rum. Res.*, 60: 13-23.
- Bouda A., A. Gutierrez, G. Salgado y C. Kawabata. 1991. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. *Bovine Practice*, 26: 7-10.
- Coppo N., J. Coppo, M. Revidatti, A. Capellari, S. Floranelli y J. Navamuel. 2003. Evolución de las fracciones proteicas del plasma en vaquillonas de recría suplementadas con pulpa de citrus. *Comunicaciones científicas y Técnicas*. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- Cruz Manzano E., R. García Miniet, G. Miranda Moya, E. León Álvarez e Y. Fonseca Jiménez. 1999. Relación entre peso vivo, condición corporal e indicadores bioquímicos de la nutrición en ovejas vacías y secas de la raza Pelibuey. *Arch. Zootecnia*, 48:223-226.
- Gutiérrez E. 1997. Desarrollo y empleo de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos. *Vet. México*, 28(3): 189-195.

- Hansen J. y B. Perry. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Disease. Nairobi, Kenya.
- Hoste H., J. Torres-Acosta, V. Paolini, A. Aguilar-Caballero, E. Etter, Y. Lefrileux, C. Chartier y C. Broqua. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Rum. Res.*, 60: 141-151.
- Hoste H., F. Huby y S. Mallet. 1997. Strongyloses gastrointestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Le Point Vet.* 28(1): 53-59.
- Infostat. 2004. InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Kaplan R. 2004. Responding to the emergence of multiple-drug resistant *Haemonchus contortus*: Smart drenching and Famacha<sup>®</sup>. Proc. Food Animal Conference. Georgia Veterinary Medical Association. GA, USA.
- Knox M., J. Torres-Acosta y A. Aguilar-Caballero. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitology*. 139(2): 385-393.
- Mandonnet N. 1995. Analyse de la variabilité génétique de la résistance aux strongles gastrointestinaux chez les petits ruminants. Elements pour la définition d'objectifs et de critères de sélection en milieu tempéré ou tropical. These Docteur en Sciences. Orsay, Université de Paris XI, Paris. Francia.
- Morales G., L.A. Pino, E. León, Z. Rondón, A. Guillén, C. Balestrini y M. Silva. 2002. Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de reemplazo: *Vet. Trop.*, 27(2): 87-98.
- Morales G. y L.A. Pino. 1977. Manual de Diagnóstico Helmintológico en Rumiantes. Colegio de Médicos Veterinarios del estado Aragua, Caracas, Venezuela.
- Mota M., A. Campos y J. Araujo. 2003. Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. *Pesquisa Vet. Bras.*, 23(3): 93-100.
- Pariacote F. 2006. Estado y perspectiva de desarrollo del caprino en Venezuela. Memorias V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Lara, Venezuela.
- Schalm O., N. Jain y E. Carroll. 1981. Hematología Veterinaria. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

## Crecimiento y mineralización ósea de pollos de engorde alimentados con fosfatos nacionales

Susmira Godoy<sup>1\*</sup>, Claudio Chicco<sup>2</sup>, Adriana Morgado<sup>1</sup>, Pablo Pizzani<sup>3</sup>, Adelis Arias<sup>4</sup> y Jose Palma<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Aragua. Venezuela.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Rómulo Gallegos, Área de Agronomía. San Juan de los Morros, Guarico. Venezuela.

<sup>4</sup> Universidad Nacional Ezequiel Zamora, Área de Agronomía. Guanare, Portuguesa. Venezuela.

### RESUMEN

Para determinar el efecto de diferentes fuentes de fósforo sobre el crecimiento, la mineralización ósea y la retención del fósforo en aves, 440 pollos del híbrido comercial Cobb x Cobb, de un día de nacidos, sexados machos y alimentados hasta la cuarta semana de edad fueron distribuidos en cinco tratamientos, siguiendo un diseño completamente aleatorizado, en un arreglo factorial 5 x 2 (5 fuentes de fósforo, 2 niveles de adición de fósforo), con cuatro replicaciones de 10 aves cada una. Las fuentes de fósforo fueron la harina de hueso calcinada (HHC), el fertilizante superfosfato triple (SFT) y los fosfatos de yacimiento de Riecito (RIO), Lizardo aluminica (LIZA) y Jají (JAJI), que fueron incluidos en la dieta basal (0,35% P) a dos niveles de fósforo inorgánico (0,25 y 0,50%). Las raciones fueron isocalóricas (3.100 kcal EM/kg), isoproteicas (23,5% PC), manteniéndose constante el nivel de calcio (1%). Los fosfatos aportaron 0,25 y 0,50% del P adicionado a una dieta basal con 0,35% de fósforo total. Se llevaron registros de peso corporal y de consumo de alimento. A la cuarta semana de edad a cuatro aves/tratamiento se les extrajeron ambas tibias para determinación de densidad, cenizas y fósforo. Mediante prueba de balance, se determinó la retención neta aparente y la eficiencia de utilización neta del fósforo. El peso corporal (g/ave) de las aves a los niveles de 0,25 y 0,50% fue mayor ( $P < 0,05$ ) para SFT, seguido por HHC, intermedios para RIO y JAJI y mas bajo para LIZA, con valores de 813 y 805, 747 y 745, 436 y 760, 393 y 661 y, 286 y 415, respectivamente, para el mismo orden de los tratamientos y niveles. El fosfato de RIO fue similar a HHC cuando se adicionó al nivel de 0,50%. Las diferencias entre niveles fueron significativas ( $P < 0,05$ ) únicamente para los fosfatos sedimentarios. El consumo de alimento (g/ave) guardó relación con el peso corporal de las aves. Asimismo, la conversión alimenticia presentó similar tendencia a la observada para el peso corporal y el consumo de alimento. La conversión fue inferior ( $P < 0,05$ ) para LIZA en ambos niveles de fósforo y RIO y JAJI, para el nivel de 0,25% P. En el caso de RIO al nivel de 0,50% P se obtuvieron pesos similares al SFT y HHC con la adición de 0,25% P, reflejando la menor disponibilidad del fósforo de ésta fuente. El contenido de cenizas (%) en el tejido óseo para 0,25 y 0,50% P fue más elevado ( $P < 0,05$ ) para SFT seguido por HHC, RIO, LIZA y JAJI, con valores de 40,7 y 45,5, 38,7 y 43,7, 36,8 y 42,4, 35,0 y 40,1 y 33,2 y 38,2, respectivamente para fosfatos y niveles. El contenido de cenizas expresado en mg/cm<sup>3</sup> de hueso presentó tendencias similares a la expresión porcentual. No se observaron diferencias en el tenor de P en hueso, cuyos valores fluctuaron entre 16,8 y 18,5%. La retención neta aparente de fósforo para 0,25 y 0,50% P fue mayor ( $P < 0,05$ ) para SFT, seguido por HHC, RIO y LIZA y mas bajo para JAJI, con valores de 76,4 y 73,7, 71,8 y 69,3, 71,5 y 65,5, 69,4 y 66,2 y 62,7 y 58,6%, respectivamente para el mismo orden de tratamientos y niveles. La eficiencia de utilización de fósforo (%) fue mayor para SFT y HHC, seguida por RIO y LIZA e inferior para JAJI. Se concluye que las medidas de absorción corroboran los resultados de crecimiento y mineralización ósea, en relación a mayor absorción del SFT, seguido de HHC, RIO, LIZA y JAJI.

*Palabras clave:* fosfatos, aves, biodisponibilidad de fósforo

## Growth and bone mineralization in chicken broilers fed with national phosphates

### ABSTRACT

In order to determine the effect of different phosphorus sources on growth, bone mineralization, and phosphorus retention in birds, 440 male chicks of the commercial hybrid Cobb x Cobb, one day born, fed up to the fourth week on age, were distributed in five treatments, in a completely randomized design, using a factorial arrangement 5 x 2 (5 phosphorus sources, 2 levels of phosphorus additions), with four replications with 10 birds each. Phosphorus sources were calcinated bone (HHC), a fertilizer, triple superphosphate (SFT), and three raw rock phosphates, Riecito (RIO), Lizardo (LIZA), and Jají (JAJI). Phosphates were added to a basal diet (0.35% P) at two phosphorus levels (0.25 and 0.50%). Diets contained 3,100 kcal ME/kg, 23.5% CP, with a constant calcium level (1%). Body weight and feed intake were measured. Four birds per treatment were sacrificed to take both tibias to determine density, ash, and phosphorus. A balance technique was used to determine phosphorus net retention and utilization efficiency. Body weight (g/bird) at 0.25 and 0.50% P levels was greater ( $P < 0.05$ ) for SFT, followed by HHC, intermediate for RIO and JAJI and lower for LIZA, with values of 813 and 805, 747 and 745, 436 and 760, 393 and 661 and, 286 and 415, respectively, for treatments and levels. RIO phosphate was similar to HHC and SFT when added at 0.50% phosphorus level. Differences between levels were significant ( $P < 0.05$ ) only for sedimentary phosphates. Feed intake and feed efficiency showed similar tendency in relation to body weight. Bone ash content (%) for 0.25 and 0.50% added phosphorus, was higher ( $P < 0.05$ ) for SFT followed by HHC, RIO, LIZA and JAJI, with values of 40.7 and 45.5, 38.7 and 43.7, 36.8 and 42.4, 35.0 and 40.1, and 33.2 and 38.2, respectively for phosphates and levels. Bone ash content expressed in mg/cm<sup>3</sup> presented similar tendency to the percent expression. There were not differences in bone phosphorus content and values ranged were between 16.8 and 18.5%. Apparent phosphorus net retention (%) for 0.25 and 0.50% added phosphorus was greater ( $P < 0.05$ ) for SFT, followed by HHC, RIO, and LIZA and lower for JAJI, with values 76.4 and 73.7, 71.8 and 69.3, 71.5 and 65.5, 69.4 and 66.2, and 62.7 and 58.6%, respectively for the same order of treatments and levels. Phosphorus utilization efficiency (%) was greater for SFT (66.7) and HHC (63.1), followed by RIO (61.5) and LIZA (62.0) and lower for JAJI (57.0). It is concluded that sedimentary phosphates had variable limitations, depending upon deposit origin, for growing chicks feeding and that absorption measures showed similar tendency as body weight and bone mineralization, in relation to a better response for SFT, followed of HHC, RIO, LIZA and JAJI.

*Keywords:* Phosphates, chicken, phosphorus bioavailability..

### INTRODUCCION

En Venezuela las fuentes comerciales de fósforo que tradicionalmente se utilizan en la alimentación animal, son los fosfatos inorgánicos tri, di y monodiválentes, de origen importado y consecuentemente de elevado costo. Sin embargo existen fuentes alternas, tales como la harina de hueso calcinada, fosfatos sedimentarios no procesados y fertilizantes, que pudieran sustituir total o parcialmente las fuentes importadas en la alimentación animal.

La harina de hueso calcinada es un fosfato tricálcico que contiene aproximadamente 33% de calcio y 15% de

fósforo, con una alta biodisponibilidad de este último que varía entre 95 y 100% (Del Puerto *et al.*, 2000). En relación a los fosfatos sedimentarios, Venezuela posee ingentes depósitos que no son procesados para producir fosfatos de grado alimenticio para animales (Chicco y Godoy, 1989; Casanova, 1993), por lo que, la elaboración de raciones balanceadas depende de la importación de fosfatos defluorinados. Sin embargo, los fosfatos de yacimientos podrían ser utilizados parcial o totalmente como fuentes de fósforo en dietas para aves. Los resultados experimentales con estas fuentes de fósforo han sido variables, encontrándose valores de disponibilidad biológica entre 25 y 85% (De

Groote, 1983; Godoy y Chicco, 2001). Además, estos fosfatos contienen de mediana a altas concentraciones de elementos tóxicos, particularmente de flúor y aluminio.

Entre los fertilizantes, el superfosfato triple (SFT) es un fosfato utilizado frecuentemente en la suplementación de rumiantes por su contenido de fósforo de aproximadamente 19% y un alto coeficiente de absorción aparente (65%), con concentraciones medianamente alta de flúor (2,6%). Los estudios realizados en rumiantes y no rumiantes demuestran su posibilidad de uso en animales de ciclo productivo corto, como pollos de engorde y novillos y toretes destinados a la matanza (Godoy y Chicco, 2004)

El objetivo de este trabajo fue determinar, a través de pruebas de crecimiento, mineralización ósea y estudios de balance en aves, la disponibilidad biológica relativa de la harina de hueso calcinada, algunas rocas fosfáticas venezolanas y un fertilizante, el superfosfato triple.

## MATERIALES Y METODOS

Para determinar el efecto de diferentes fuentes de fósforo sobre el crecimiento, la mineralización ósea y la retención del fósforo en aves, 440 pollos del híbrido comercial Cobb x Cobb, de un día de nacidos, sexados machos, alimentados hasta la cuarta semana de edad, fueron distribuidos en cinco tratamientos, siguiendo un diseño completamente aleatorizado, en un arreglo factorial 5 x 2 (5 fuentes de fósforo, 2 niveles de adición de fósforo), con cuatro replicaciones de 10 aves cada una.

Las fuentes de fósforo fueron la harina de hueso calcinada (HHC), un fertilizante, superfosfato triple (SFT), y los fosfatos de yacimiento de Riecito (RIO), Lizardo alumínica (LIZA) y Jají (JAJI), que fueron incluidos en la dieta basal (0,35% P) a dos niveles de fósforo inorgánico (0,25 y 0,50%). La composición química (%) de las fuentes evaluadas fue para HHC: 33,1 Ca y 15,5 P, SFT: 15,8 Ca, 19,3 P y 2,8 F, RIO: 30,8 Ca, 14,9 P y 1,22 F, Lizardo alumínica: 25 Ca, 14,2 P, 1,38 F y 3,0 Al y JAJI: 29,5 Ca, 14,2 P y 1,93 F.

Las aves fueron identificadas con bandas alares y mantenidas en baterías metálicas, con suministro de agua y alimento *ad libitum*. La ración contenía, aislado y harina de soya, maíz pilado, aceite vegetal,

vitaminas, minerales y las fuentes de fósforo a evaluar (Cuadro 1). Las raciones eran isocalóricas (3.100 kcal EM/kg), isoproteicas (23,5% PC), manteniéndose constante el nivel de calcio (1%), mediante la adición de carbonato de calcio. Los fosfatos aportaron 0,25 y 0,50% del P adicionado a una dieta basal con 0,35% de fósforo total.

Se llevaron registros de pesos en forma individual y de consumo de alimento para cada réplica, al inicio del experimento, a los 14 y 28 días de edad. A la cuarta semana de edad y previo pesaje de todas las aves, se sacrificaron, por dislocación cervical, cuatro aves/tratamiento, según peso promedio por grupo, para extracción de ambas tibias. En las tibias se determinó la densidad ( $\text{g/cm}^3$ ), calculada mediante la relación entre el peso del hueso fresco (g), y el volumen de agua ( $\text{cm}^3$ ) desplazada, al sumergir la tibia en un cilindro de vidrio graduado (Godoy y Chicco, 2001), midiéndose su peso húmedo. Además, se determinó el peso seco a 105°C, durante 48 h y peso seco desgrasado por reflujo con éter de petróleo al 100% en caliente durante 4 h. Los huesos fueron incinerados a 600°C durante 24 h. Las cenizas resultantes fueron expresadas como por ciento del peso seco libre de grasa (%) y en  $\text{mg/cm}^3$  de hueso fresco. Se determinó, además, el contenido de fósforo expresado en unidades porcentuales.

Al final de la evaluación de crecimiento, mediante prueba de balance, se determinó la retención neta aparente (RNAP) y la eficiencia de utilización neta del fósforo (EUP). Del total de las aves, se seleccionaron 88, según peso promedio por grupo, que fueron distribuidas, mediante un diseño completamente aleatorizado, en 22 subgrupos de 4 aves cada uno (dos grupos por tratamiento), y alimentadas con las dietas experimentales, con los niveles de adición de fósforo (0,25 y 0,50% P).

Las aves fueron mantenidas en las baterías metálicas, con suministro de agua y alimento a voluntad, midiéndose diariamente la cantidad de alimento consumido y la excreción cloacal, durante tres días consecutivos, previo un período de adaptación también de tres días. Las excretas, colectadas en bandejas, fueron homogeneizadas y el 10% fue almacenado a 0°C, para análisis del contenido de fósforo (AOAC, 1984).

El cálculo de la retención neta aparente de fósforo (RNAP) y de la eficiencia de utilización neta del

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales para la evaluación de fosfatos en pollos de engorde

Ingredientes	HHC		SFT		RIO		JAJI		LIZA	
	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
	----- % -----									
Harina maiz	67,32	66,85	66,20	65,57	66,80	66,51	66,82	65,85	65,60	64,33
Harina soya	11	11	11,00	11,00	11,00	11,00	11	11	11,00	11,00
Aislado soya	14	14	14,00	14,00	14,00	14,00	14	14	14,00	14,00
Aceite vegetal	4	4	4,00	4,00	4,00	4,00	4	4	4,00	4,00
Sal yodada	0,4	0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,4	0,4	0,40	0,40
Vitam. Miner.†	0,5	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50	0,5	0,5	0,50	0,50
Metionina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
CaCO <sub>3</sub>	0,97	-	2,35	1,68	1,40	-	1,03	-	2,25	1,52
HHC	1,56	3,00								
SFT			1,30	2,60						
RIO					1,67	3,34				
JAJI							2,00	4,00		
LIZA									2,00	4,00
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PC, %	23,7	23,6	23,6	23,5	23,6	23,6	23,6	23,4	23,5	23,4
EME, kcal	3111	3096	3076	3056	3095	3085	3095	3064	3056	3016
Ca, %	1	1,19	1	1	1	1,1	1	1,3	1	1
P, %	0,60	0,85	0,60	0,85	0,60	0,85	0,60	0,85	0,6	0,85

† Vitaminas (por kg de alimento): vitamina A 4000 UI, vitamina D 200 UI, riboflavina 3 mg, ácido pantoténico 5 mg, niacina 20 mg, colina 450 mg, vitamina B12 10 µg, vitamina E 2 mg. Microminerales (por kg de alimento): Mn 65 mg, I 1 mg, Cu 8 mg, Zn 50 mg, Fe 25 mg, Mg 500 mg.

elemento (EUN) se hizo utilizando las siguientes ecuaciones (Hurwitz, 1964).

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y la prueba de F fue aplicada para verificar la significancia de los cuadrados medios de las fuentes de variación. Se utilizó la prueba de amplitudes múltiples de Duncan para las comparaciones de las medias de las determinaciones realizadas en las diferentes fuentes (Steel y Torrie, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de peso, consumo y conversión alimenticia de los pollos, a la cuarta semana, alimentados con las diferentes fuentes de fósforo, se presentan en el Cuadro 2. El peso corporal (g/ave) de las aves alimentadas con los fosfatos al nivel de 0,25 y 0,50% fue mayor ( $P < 0,05$ ) para SFT, seguido por HHC, intermedios para RIO y JAJI y mas bajo para LIZA, con valores de 813 y 805, 747 y 745, 436 y

Cuadro 2. Peso final, ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia (CA) de pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes de fósforo (0-4 semanas).

Variable	HHC		SFT		RIO		JAJI		LIZA	
	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
Peso final, g/ave	747,3b†	745,5b	813,9a	805,5a	436,5d	760,6c	393,4d	661,1c	286,9e	415,3d
Ganancia, g/ave	599,6	596,2	664,1	657,7	288,7	594,5	235,0	512,9	146,5	274,7
Consumo, g/ave	940,0a	965,0a	998,8a	991,9a	642,5c	965,0a	560,0d	865,0b	530,6d	610,0cd
CA	1,57a	1,62a	1,50a	1,50a	2,23b	1,62a	2,38b	1,69a	3,62c	2,20b

† Promedios con letras diferentes son distintos estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

760, 393 y 661, y 286 y 415, respectivamente, para el mismo orden de los tratamientos y niveles. El fosfato de RIO fue similar a HHC cuando se adicionó al nivel de 0,50%. Las diferencias entre niveles fueron significativas ( $P < 0,05$ ) únicamente para los fosfatos sedimentarios.

El consumo de alimento (g/ave) guardó relación con el peso corporal de las aves con valores de 998,8 y 99,9, 940,0 y 965,0, 642,5 y 965,0, 560,0 y 865,0, y 530,6 y 610,0 para el nivel de 0,25 y 0,50% de P, respectivamente para SFT, HHC, RIO, LIZA y JAJI, sin diferencias entre niveles para SFT y HHC, pero si ( $P < 0,05$ ) en el caso de los fosfatos sedimentarios. Asimismo, la conversión alimenticia, expresada como kg de alimento/kg de peso, presentó similar tendencia a la observada para el peso corporal y el consumo de alimento, sin diferencias entre fuentes y niveles para HHC y SFT, ni de estos con los niveles de 0,50% P de RIO y JAJI. La conversión fue inferior ( $P < 0,05$ ) para LIZA en ambos niveles de fósforo y RIO y JAJI, para el nivel de 0,25% P.

Los resultados indican que con SFT y HHC al 0,25% P los animales alcanzan pesos finales similares al nivel de 0,50% P, demostrándose que con el nivel más bajo, se cubre el requerimiento de fósforo en la etapa de crecimiento de las aves. En el caso del fosfato de RIO al nivel de 0,50% P se obtienen pesos similares al SFT y HHC con la adición de 0,25% P, reflejando la menor disponibilidad del fósforo de ésta fuente. El fosfato de RIO (0,50% P) fue equivalente al HHC y SFT (0,25% P), corroborando estudios previos realizados por Osorio y Jensen (1986) y Godoy y Chicco (2006), cuando el nivel de fósforo de RIO en la dieta se ajustó de acuerdo a su biodisponibilidad relativa al fosfato

dicálcico. En las dietas suplementadas con los fosfatos de JAJI y LIZA, las diferencias entre niveles fueron mas evidentes, con pesos superiores para la adición de 0,50% P, sin alcanzar, sin embargo, los pesos de los tratamientos SFT, HHC y RIO. Lo anterior se debe a la menor biodisponibilidad del P de estos fosfatos sedimentarios (Motzok *et al.*, 1956; Rojas *et al.*, 1980) y a la presencia de elementos minerales tóxicos que limitan la respuesta animal, como el alto contenido de aluminio y flúor, que tienden a limitar el consumo de alimento y consecuentemente el peso corporal de los animales (Gardiner *et al.*, 1968; Weber *et al.*, 1969; Chan *et al.*, 1976, 1977; Suttie *et al.*, 1984).

El contenido de cenizas (%) en el tejido óseo (Cuadro 3), para los niveles de 0,25 y 0,50% P fue más elevado ( $P < 0,05$ ) para el SFT seguido por HHC, RIO, LIZA y JAJI, con valores de 40,7 y 45,5, 38,7 y 43,7, 36,8 y 42,4, 35,0 y 40,1, y 33,2 y 38,2, respectivamente para fosfatos y niveles. Las diferencias entre niveles fueron significativas ( $P < 0,05$ ) para todos los fosfatos. El contenido de cenizas expresado en mg/cm<sup>3</sup> de hueso presentó tendencias similares a la expresión porcentual, con valores mas elevados para SFT (186,6 y 260,7), seguido por HHC (174,3 y 226,9), RIO (149,4 y 214,3), JAJI (143,7 y 204,9) y LIZA (204,4 y 201,0). No se observaron diferencias en el tenor de P en hueso, cuyos valores fluctuaron entre 16,8 y 18,5%. El contenido de cenizas (% mg/cm<sup>3</sup>) incrementó con el nivel de P en la dieta, en todos los tratamientos, siendo más elevado para el SFT, seguido por HHC y RIO y más bajo para LIZA.

Los resultados indican una mayor utilización del fósforo en los fosfatos SFT y HHC que provocaron una mayor mineralización del tejido óseo. Los valores

Cuadro 3. Concentración de cenizas y P en hueso de pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes de fósforo durante 4 semanas.

Variable	HHC		SFT		RIO		JAJI		LIZA	
	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
Cenizas, %	38,65c†	42,37b	40,71b	45,47a	35,01c	43,70c	33,22c	38,20c	36,80c	40,06b
Cenizas, mg/cm <sup>3</sup>	164,3c	186,9c	186,6c	260,7a	149,4d	214,3b	143,7d	204,9b	204,4b	201,0b
P, %‡	18,61	17,12	18,51	17,87	16,77	18,04	17,51	17,16	18,34	17,69

† Promedios con letras diferentes son distintos estadísticamente (P<0,05)

‡ Como % del contenido de cenizas.

Cuadro 4. Balance de fósforo y eficiencia de utilización neta (EUN) de pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes de fósforo.

Variable	HHC		SFT		RIO		JAJI		LIZA	
	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50
P ingerido, g/ave	1,30	1,86	1,36	1,87	0,64	1,60	0,42	1,45	0,70	1,27
P excretado, g/ave	0,37	0,57	0,32	0,49	0,18	0,55	0,16	0,60	0,21	0,43
P retenido, g/ave	0,94	1,29	1,04	1,38	0,46	1,05	0,26	0,85	0,49	0,84
P retenido, %	71,8b†	69,3b	76,4a	73,7b	71,5b	65,5b	62,6c	58,6c	69,4b	66,2b
EUN, %	63,06b		66,67a		61,46b		57,00c		61,95b	

† Promedios con letras diferentes son distintos estadísticamente (P<0,05)

para HHC son mayores a los reportados por Del Puerto *et al.* (2000), quienes señalaron un contenido de cenizas de 40,6% al nivel de 0,50% P adicionado a la dieta. De los fosfatos sedimentarios, RIO presentó los mejores valores de mineralización en relación a JAJI y LIZA. Lo anterior guarda relación con lo señalado anteriormente sobre la menor biodisponibilidad del fósforo y al posible efecto del flúor y del aluminio de estas fuentes. El contenido de cenizas en el tejido óseo para el nivel de 0,50% de P fue mayor al reportado por

Godoy y Chicco (1999) para los yacimientos de LIZA (38,9%), RIO (38,9%) y JAJI (36,9%) con adición de 0,30% de fósforo a la dieta basal.

Los valores de retención neta aparente y de eficiencia de utilización de fósforo se presentan en el Cuadro 4. La retención neta aparente de fósforo (%), para el nivel de 0,25 y 0,50% del elemento adicionado a la dieta basal, fue mayor (P<0,05) para SFT, seguido por HHC, RIO y LIZA y mas bajo para JAJI, con

valores de 76,4 y 73,7, 71,8 y 69,3, 71,5 y 65,5, 69,4 y 66,2, y 62,7 y 58,6%, respectivamente para el mismo orden de los tratamientos y niveles. La eficiencia de utilización de fósforo (%) fue mayor para SFT (66,7) y HHC (63,1), seguida por RIO (61,5) y LIZA (62,0) e inferior para JAJI (57,0).

Los valores de retención neta aparente del fósforo para SFT y HHC son similares al de fosfato dicálcico grado alimenticio, señalado por Godoy y Chicco (2005), quienes lo utilizaron como testigo referencial (71,5%) en la evaluación de fuentes de fósforo, indicando la alta biodisponibilidad del fósforo de estas fuentes. En el caso del SFT hay que tomar en consideración el contenido de flúor (2,8% cuando se utiliza en la alimentación animal), particularmente cuando ésta se aplica por largos periodos de tiempo (Godoy y Chicco, 2004). Los valores de RNAP y EUP corroboran los resultados anteriormente señalados de peso y mineralización del tejido óseo. Sin embargo, los valores mas bajos de absorción para el nivel de 0,50% P en relación a 0,25% P y mas altos en el contenido de cenizas indican que el nivel de 0,50% está por encima del requerimiento de las aves, particularmente para los fosfatos de mayor biodisponibilidad. Por ello aumenta la excreción cloacal y la acreción ósea como mecanismos para compensar el exceso del fósforo dietario (Godoy y Chicco, 2002, 2005). La eficiencia de utilización del fósforo para los fosfatos de yacimientos, coincide con los valores obtenidos mas recientemente por Godoy y

Chicco (2005) quienes reportaron valores de 64,8, 55,5 y 65,5% para RIO, JAJI y LIZA, respectivamente.

Cuando la biodisponibilidad del fósforo fue expresada en términos de peso corporal y contenido de cenizas en el hueso (Cuadro 5) como criterios de respuesta, utilizando la HHC como testigo referencial (100%) y como equivalente al fosfato tricálcico con 97% de biodisponibilidad en relación al fosfato dicálcico (Chicco y Godoy, 1997), RIO fue ligeramente inferior al valor obtenido por Osorio y Jensen (1986) para la misma fuente de fósforo. Otros autores (Dilworth *et al.*, 1964; Rojas *et al.*, 1980) indican valores de biodisponibilidad entre 54 y 70% de P en fosfatos de roca bajos en contenido de flúor. Para JAJI la biodisponibilidad del fósforo fue similar a la obtenida para el fosfato de Curaçao (Fritz *et al.*, 1969; Potter, 1988) y otros fosfatos de roca. Tendencias similares de biodisponibilidad relativa en aves fueron reportadas en experimentaciones previas (Godoy y Chicco, 2001, 2002, 2005) utilizando como variables de respuesta ganancia de peso, consumo voluntario y mineralización ósea.

## CONCLUSIONES

El nivel mas bajo de adición de fósforo, para las fuentes evaluadas, cubre los requerimientos de las aves en etapa de crecimiento. Para el caso del SFT, por el contenido de flúor, podría incluirse como única fuente de fósforo en la dieta de animales de ciclo productivo corto, como pollos de engorde.

Cuadro 5. Biodisponibilidad relativa y eficiencia de utilización neta (EUN) del fósforo en pollos de engorde alimentados con diferentes fuentes de fósforo al nivel de 0,50%.†

Variable	HHC	SFT	RIO	JAJI	LIZA
	----- % -----				
Peso	100	108	102	88,7	55,7
Cenizas	100	107	103	90,2	94,5
Retención Neta	100	106	95	85	96
EUN	100	106	97	90	98

† Se utilizó la HHC como testigo referencial con valor de 100

El fosfato de RIO debe incluirse en la dieta al nivel más alto de fósforo debido a la menor biodisponibilidad de este elemento. Esto no es así para los fosfatos de LIZA y JAJI que, aún en el nivel más alto de P, no logran respuestas similares al SFT, HHC y RIO, indicando menor biodisponibilidad del fósforo y posibles efectos del flúor y del aluminio sobre la respuesta animal.

Los procesos de mineralización de la tibia, en todas las fuentes, fueron mejores al nivel más alto de adición de P, debido a procesos de acreción, en mayor grado para los fosfatos SPT, HHC y RIO.

Se concluye que las medidas de absorción corroboran los resultados de crecimiento y mineralización ósea, en relación a mayor absorción del SFT, seguido de HHC, RIO, LIZA y JAJI. Asimismo, se demuestra que el nivel de adición de 0,50% P está por encima del requerimiento al presentar valores más bajos de absorción relativa que el nivel de 0,25% P.

#### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 15<sup>ta</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Casanova E. 1993. Las rocas fosfóricas y su uso agroindustrial en Venezuela. Apuntes Técnicos PALMAVEN. Vol.3. Caracas, Venezuela.
- Chan M.M., R.B. Ruckery R.S. Riggins. 1976. Effect of fluoride and ethane-1hidroxy-1,1 diphosphonate on bone metabolism in the growing chick. J. Nutr., 106: 802-811.
- Chan M.M., R.S. Riggins y R.B. Rucker. 1977. Effect of ethane-1hidroxy-1,1 diphosphonate (EHDP) and dietary fluoride on biochemical and morphological changes in chick bone. J. Nutr., 107: 1747-1754.
- Chicco C.F. y S. Godoy. 1989. El fósforo en la nutrición animal, formas de utilización y alternativas futuras. I Seminario de Fósforo en la Agricultura Venezolana. Pequiven, Caracas. pp 42-57.
- Chicco C.F. y S. Godoy. 1997. Calidad de los fosfatos en la alimentación de las aves. Symposium "Los fosfatos en el balance mineral de la ración para animales". XV Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. IX Congreso Venezolano de Zootecnia. ALPA, AVPA. Maracaibo, Venezuela. pp. 49-69.
- De Groote G. 1983. Biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. Proc. European Symposium on Poultry Nutrition. Tours, Francia. pp. 91-99.
- Del Puerto M., M.C. Cabrera y A. Saadoun. 2000. Biodisponibilidad del P por un método de balance digestivo modificado. Memorias Congreso Uruguayo de Producción Animal AUPA. Montevideo, Uruguay.
- Dilworth D.C., E.J. Day y J.E. Hill. 1964. Availability of calcium in feed grade phosphates to the chick. Poul. Sci., 43: 1132-1151.
- Fritz J.C., T. Robert, J.W. Bochner y E.L. Hove. 1969. Factors affecting the chick requirement for phosphorus. Poul. Sci., 48: 307-320.
- Gardiner E.E., K.S. Winckee y R. Hironaka. 1968. The influence of dietary sodium fluoride on the utilization and metabolizable energy value of a poultry diet. Poul. Sci., 47: 1241-1244.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 1999. Fosfatos sedimentarios venezolanos en la nutrición de pollos de engorde. I. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 9(4): 282-291.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 2001. Relative bio-availability of phosphorus from Venezuelan raw rock phosphates for poultry. Anim. Feed Sci. Techn., 94: 103-113.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 2002. Biodisponibilidad de fosfatos sedimentarios de Venezuela en la alimentación de cerdos. Interciencia, 27: 489-495.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 2004. Fuentes alternas de fósforo en la alimentación de ovinos. Interciencia, 29(1): 33-38.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 2005. Retención y cinética del fósforo en pollos de engorde alimentados con fosfatos sedimentarios. Interciencia, 30(4): 217-220.
- Godoy S. y C.F. Chicco. 2006. Respuesta productiva y mineralización ósea de pollos de engorde alimentados con fosfatos sedimentarios según su biodisponibilidad. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 16(1): 83-88.

- Hurwitz S. 1964. Estimation of net phosphorus utilization by the slope method. *J. Nutr.*, 84: 83-92.
- Motzok Y., D. Arthur y H.D. Branion. 1956. Utilization of phosphorus from various phosphate supplements by chicks. *Poult. Sci.*, 35: 627-649.
- Osorio J.G. y L.S. Jensen. 1986. Biological availability of phosphorus from a Venezuelan rock phosphate for broiler chicks. *Nutr. Repor. Inter.*, 33: 545-552.
- Potter L.M. 1988. Bioavailability of phosphorus from various phosphates based on body weight and toe ash measurements. *Poult. Sci.*, 67: 96-102.
- Rojas R.E., R.J. Rangel, A.S. Bezares y E.G. Ávila. 1980. Determinación de fósforos disponible en una roca fosfórica y su empleo en dietas para aves. *Vet. Méx.*, 11: 1-8.
- Soto E., N. Obispo, C.F. Chicco, D. Godoy, A. León y A. Valle. 1993. Características químicas y físicas de rocas fosfáticas nacionales y otras fuentes de fósforo. *Zootecnia Trop.*, 11: 241-249.
- Steel R.G. y J.H. Torrie. 1998. Principles and Procedures of statistics. A Biometrics Approach. 2<sup>da</sup>. ed. Mc Graw-Hill. New York, NY..
- Suttie J.W., D.L. Kolstad y M.L. Sunde. 1984. Fluoride tolerance of the young chick and turkey poult. *Poult. Sci.*, 63: 738-743.
- Weber C.W., A.R. Doberenz y B.L. Reid. 1969. Fluoride toxicity in the chick. *Poult. Sci.*, 48: 230-235.



## Nota Técnica

### Evaluación de dos probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes

Willian Mejía-Silva, Jorge Rubio-Guillén, Derwin Calatayud-Márquez, Andreína Rodríguez-Caldera y Armando Quintero-Moreno\*

Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Unidad de Investigación en Producción Animal. Apartado Postal 15252. Maracaibo 4005-A, Zulia, Venezuela. \*Correo electrónico: arturo93@cantv.net

---

#### RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de dos tratamientos sobre el peso corporal al destete (PCD) y la ganancia diaria de peso (GDP) en 194 lechones Yorkshire x Pietrain y Landrace x Pietrain en una granja comercial del estado Zulia, Venezuela. El tratamiento control correspondió a un suplemento alimenticio que contenía un probiótico comercial (*Lactobacillus reuferill*, *L. lactis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus acidilacti*, *Streptococcus termophilus* y *S. faecium*) con otros aditivos (vitamina B12, cobre, inmunoglobulinas y triglicéridos seleccionados) y el tratamiento experimental estaba representado por leche entera fermentada elaborada en la granja cuyo número de bacterias lácticas fue 7,48 log UFC/g. El diseño experimental fue completamente al azar, donde los tratamientos correspondieron a la variable independiente y el PCD y la GDP como las variables dependientes, anidando el tratamiento dentro de la cerda madre. Los datos fueron analizados a través del procedimiento GLM del SAS. Los resultados demuestran que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo cual sugiere que el uso de leche entera fermentada de fabricación artesanal pudiera ser una alternativa para obtener buenas ganancias de peso al destete al disminuir la incidencia de diarreas en lechones lactantes.

*Palabras clave:* Probiótico, lechones lactantes, crecimiento, mortalidad.

---

#### Evaluation of two probiotics upon productive parameters in suckling piglets

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of two treatments on body weight at weaning (BWW) and average daily gain (ADG). In this trial were used 194 Yorkshire x Pietrain and Landrace x Pietrain piglets, in a commercial farm in Zulia state, Venezuela. Experimental units were randomly and distributed in two treatment groups, control (C) and experimental treatment (E). The first of them was represented by a commercial probiotic (*Lactobacillus reuferill*, *L. lactis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus acidilacti*, *Streptococcus termophilus*, and *S. faecium*) with addition of vitamin B12, copper, immunoglobulins, and triglycerides selectioneers. The experimental treatment (E) was represented by fermented milk, which number of lactic bacteria was log UCF/g of 7.48. A completely random experimental design, with one independent variable (Treatment) was used, and each sow was nested into treatments. The body weight and daily weight gain were reported as dependent variables. Data was analyzed using GLM procedures of SAS. There were no significant effects ( $P>0.05$ ) between treatments. The results suggest that the use of handmade fermented milk could be a good alternative to achieve good average daily gain at weaning decreasing the diarrhea rate in suckling piglets.

*Keywords:* Probiotic, lactating piglets, growth, mortality.

## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista anatómico-fisiológico, los lechones al nacer presentan un sistema digestivo poco desarrollado. Durante las primeras dos o tres semanas de vida, el patrón de producción de enzimas digestivas está adaptado para digerir la leche materna exclusivamente. En estas tres primeras semanas de vida las enzimas proteolíticas, específicamente pepsina, tripsina y quimiotripsina, son responsables de hidrolizar la fracción proteica del alimento, contribuyendo al buen funcionamiento del aparato digestivo de los lechones lactantes.

Es común observar en las explotaciones porcinas que los índices de mortalidad más elevados se presentan en el área de maternidad, por lo cual, reviste de gran importancia la toma de medidas preventivas para reducir este parámetro indeseado, mejorando el ritmo de crecimiento y de ésta manera, optimizar los índices productivos de las granjas. En las últimas décadas, la biotecnología ha tratado de mejorar el equilibrio eubiótico intestinal, colocando al alcance del productor bacterias ácido lácticas, que en muchos casos previene los trastornos gastrointestinales en lechones lactantes, mejorando de ésta manera las condiciones de salud del animal (Quintero-Moreno *et al.*, 1997).

El uso de probióticos y el efecto de manipular la microflora intestinal fue inicialmente observado por Mechnikoff (1907), quien reportó los efectos benéficos de las bacterias productoras de ácido láctico en la prevención y tratamiento de enfermedades intestinales. En referencia al término “probiótico” fue utilizado por primera vez por Parker en 1974 y significa “vida para la vida” o “a favor de la vida”, definiéndolos como “organismos y/o sustancias (como el ácido láctico) que contribuyen al balance microbiano intestinal”. La modificación de la población microbiana parece ser el principal modo de acción de los probióticos. La interacción entre la cepa del probiótico y la microflora intestinal puede basarse en la agregación con bacterias patógenas, adhesión competitiva a los receptores epiteliales, producción de sustancias específicas (ácidos orgánicos, bacteriocinas, ácido dipicolínico), o competición por nutrientes. Como efectos secundarios se han descrito las modificaciones de la estructura y función del epitelio intestinal, y la respuesta inmune (Simon, 2005).

Es elemental resaltar que en los lechones muy jóvenes, el ácido láctico derivado de los lactobacilos provee la acidez necesaria para los procesos digestivos, lo cual es muy importante, ya que es después de la tercera a cuarta semana de vida del lechón que la secreción de ácido clorhídrico comienza a ser mayor. La acidez del estómago en los lechones también juega un papel muy importante en el control de gérmenes patógenos, siendo el rango de acidez óptima para la actividad de la pepsina entre pH 2 y 4. Empero, el modo de acción de los probióticos es algo variado y no sólo incluye cambios en el pH del contenido gastrointestinal, sino que se suman una serie de efectos directos como: acción antagonista a la colonización de bacterias enteropatógenas o exclusión competitiva (Genovese *et al.*, 2000; Rojas *et al.*, 2002), disminución del pH (Blanchard y Wright, 2000), neutralización de toxinas, actividad bactericida y también el efecto benéfico sobre el sistema inmune (Guerin-Danan *et al.*, 2001). De igual manera, aumentan la disponibilidad de aminoácidos y mejoran la eficiencia de utilización de energía (Vassalo *et al.*, 1997; Mroz *et al.*, 2000) y otros componentes de la dieta como la fibra para ser utilizada como fuente de energía en los cerdos (Matew *et al.*, 1998). Todos estos efectos positivos dependen de la edad del animal, status fisiológico, tipo de producción y también las condiciones ambientales en que se encuentren los cerdos (Grela y Semeniuk, 1999).

Referidas las bondades que pudiera expresar la utilización de un probiótico, como en el caso de lechones lactantes, también se utilizó la leche entera fermentada de fabricación artesanal propia en la presente investigación, dada la relativa similitud en su elaboración. Igualmente cabe resaltar, que el interés en utilizar ésta leche fermentada se deriva a que en algunas granjas de la región usan rutinariamente la misma, como un supuesto agente preventivo para desórdenes gastrointestinales en lechones.

En virtud de lo anteriormente expuesto y dada la importancia de corroborar los beneficios reales del uso de estos productos, se diseñó la presente investigación, cuya finalidad fue estudiar la eficacia del uso de bacterias probióticas sobre el crecimiento (peso corporal al destete y ganancia diaria de peso en el período) de lechones lactantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del ensayo

La investigación se realizó en una granja comercial ubicada en sector La Rinconada, Parroquia Idelfonso Vásquez, Municipio Maracaibo del estado Zulia, Venezuela, la cual esta enmarcada en una zona de vida de bosque muy seco tropical, con una precipitación promedio que oscila entre 125 y 500 mm anuales, temperatura promedio de 32°C, humedad relativa muy variable a lo largo del día, además de una elevada evapotranspiración potencial.

### Unidades experimentales y manejo

Se utilizaron 194 lechones lactantes Yorkshire x Pietrain y Landrace x Pietrain con un peso promedio de  $1,435 \pm 0,0022$  kg, provenientes de lotes de madres multíparas (mas de dos partos), siendo en la granja el número promedio de lechones nacidos vivos (LNV) de  $10,4 \pm 0,10$  y el número promedio de lechones nacidos muertos (LNM) de  $2,7 \pm 0,15$ .

A los lechones recién nacidos se les realizaron las labores de rutina (cura de ombligo, descolmillado y corte de cola), finalmente fueron pesados y al siguiente día se les suministró 200 mg de hierro vía intramuscular. A las tres semanas de nacidos se le comenzó a suplementar con alimento sólido de iniciación (alimento concentrado) y a los 29 días de nacido fueron destetados haciendo el pesaje respectivo.

### Tratamientos utilizados

Las unidades experimentales fueron distribuidas al azar en dos tratamientos, TC: probiótico comercial (Procol B, Vet. Brands International) ( $n = 97$ ) y TE: leche entera fermentada de elaboración artesanal en la granja ( $n = 97$ ). El TC contenía *Lactobacillus reuferill*, *L. lactis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus acidilacti*, *Streptococcus termophilus*, *S. faecium*, vitamina B12, cobre, inmunoglobulinas y triglicéridos seleccionados. El TE fue elaborado añadiendo el contenido de cinco envases de 150 g de yogurt natural sin fruta (650 g) a 3,79 L de leche entera, introduciéndolo en un recipiente cerrado a temperatura ambiente por 24 horas, para luego refrigerarlo. Ambos tratamientos fueron administrados por vía oral a la dosis de 2 cc/animal, al nacimiento y tres días después en caso que se presentara diarrea.

Para la determinación de bacterias ácido lácticas presentes en TE, se procedió a tomar 11 g del alimento, la cual fue homogeneizada en agua peptonada al 0,1% y a partir de ésta se realizaron diluciones seriadas hasta  $10^7$ , haciendo la siembra respectiva en agar MRS, incubando por 48 h a 32°C en condiciones microaerófilas (5 a 10%  $\text{CO}_2$ ). Transcurrido este tiempo, se procedió al conteo del número de bacterias ácido lácticas, dando como resultado 7,48 log UFC/g.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico correspondió a un completamente aleatorizado con una variable independiente a evaluar, el suplemento usado. El peso corporal al destete (PCD) y la ganancia diaria de peso (GDP) correspondieron a las variables dependientes y el peso al nacimiento de cada lechón sirvió como covariable del modelo. Se realizó un análisis de varianza por el método de los cuadrados mínimos, anidando el efecto del tratamiento dentro de cerda madre. Al anidar este efecto, tratamos de cubrir los efectos debidos a la madre (condición corporal, peso corporal, número de partos, etc.). Los datos fueron analizados a través del procedimiento GLM del SAS (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos. Los PCD y GDP fueron 6,69 kg y 178,42 g/d para TC y 6,62 kg y 176,26 g/d para TE. Según estos resultados se evidenció que no hubo efecto significativo entre los tratamientos evaluados, lo cual sugiere que el probiótico artesanal realizado en la granja fue tan eficiente como el de uso comercial. Es importante destacar que las GDP de los lechones se encuentran dentro de los valores sugeridos por la National Research Council para cerdos en el período comprendido desde el nacimiento hasta el destete (NRC, 1998). Debemos destacar que la tasa de mortalidad osciló entre 10% (TE) y 11,7% (TC). Dicha variable no fue tomada en cuenta como objetivo de esta investigación, ya que, en la granja donde se realizó este experimento no la clasifican en función de su causa. Como se sabe, la mortalidad depende de múltiples factores, algunos ajenos a la presencia de diarreas y su valoración bajo estas condiciones generarían un sesgo.

Los resultados de ésta investigación concuerdan con los hallazgos de otros investigadores en relación al TCD (Bomba *et al.*, 1998; Geary *et al.*, 1999). Se han señalado también conclusiones similares utilizando

Cuadro 1. Efecto de la administración de probióticos sobre los parámetros productivos de lechones lactantes.

Parámetros	Tratamiento†	
	TC	TE
Numero de lechones	97	97
Peso al nacimiento, kg	1,46 ± 0,32	1,45 ± 0,31
Días en lactación	29	29
Peso al destete, kg	6,63 ± 0,75	6,69 ± 0,76
Ganancia diaria de peso, g	178,42 ± 2,57	176,26 ± 2,55

† TC: Probiótico comercial más aditivos. TE: Leche entera fermentada de elaboración artesanal en la granja.

un probiótico liofilizado, administrado en los días uno y tres de vida de los lechones, en las que se evidencia que la aplicación de probióticos no mejora la GDP en lechones, pero sí disminuye la aparición de diarreas y la mortalidad en los lechones lactantes (Reikel y Weicek, 1996). En otra investigación se aprecia que el uso de organismos probióticos genera mejoras en la conversión alimenticia y disminuye la mortalidad al disminuir la incidencia de diarreas (Mordenti y Martelli, 1999), lo cual concuerda también con experiencias previas en otras especies (Pedone *et al.*, 1999; Guerin-Danan *et al.*, 2001; Simon, 2005). En esta investigación no se puede demostrar tal hecho, ya que, esta investigación no presenta un grupo de lechones a los que no se les suministró probióticos. No se encontró reporte alguno que fortalezca los resultados obtenidos en este ensayo con el TE, sin embargo, es importante señalar que las bacterias ácido lácticas han sido usadas por muchos años para producir una variedad de productos, incluyendo derivados lácteos, como es el caso del yogurt, de manera artesanal.

### CONCLUSIONES

Bajo estas condiciones experimentales no se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, lo cual sugiere que el uso de leche entera fermentada de fabricación artesanal pudiera ser una alternativa para disminuir la incidencia de diarreas en lechones lactantes.

El resultado obtenido con el uso del probiótico comercial es similar a los realizados previamente por otros investigadores.

Se recomienda realizar un ensayo similar donde se diseñen tres grupos bajo estudio, y se comparen los dos probióticos comerciales usados en este experimento con un grupo sin la aplicación de probiótico.

### LITERATURA CITADA

- Blanchard P. y F. Wright. 2000. Less buffering more enzymes and organic acids. *Pig Progr.*, 16(3): 23–25.
- Bomba A., S. Gancarcikova, R. Memcova, R. Kastel y R. Eric. 1998. Concentration of organic acids in the digestive tract gnotobiotic piglets alter preventive application of lactobacilli. *Slov. Vet. Casopis.*, 23(6): 321-326.
- Bosi P. 1999. Additives and additives. All is not lost. *Rev. Suinocult.*, 40(7): 40-54.
- Canibe N. y B.B. Jensen. 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *J. Anim. Sci.*, 81: 2019-2031.
- Dahl J. 1997. Cross-sectional epidemiological analysis of the relations between different herd factors and Salmonella-seropositivity. *Proc. VII Inter. Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics.* Paris, Francia.

- Ellin D. 2000. Alternatives to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry. Food Research Institute, University of Wisconsin, Madison, USA.
- Franco L., M. Fondevila, M. Mota y E. Solanas. 2004. Efecto de combinaciones de ácidos orgánicos sobre la microbiología gástrica de lechones en transición. *Arch. Zoot.*, 53: 301-308.
- Geary T.M., P.H. Brooks, J.D. Beal y A. Campbell. 1999. Effect of weaner pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic acid or through fermentation with *Pediococcus acidilacti*. *J. Sci. Food Agric.*, 79(4): 633-640.
- Genovese K., R. Anderson, R. Harvey y D. Nisbet. 2000. Competitive exclusion treatment reduces the mortality and fecal shedding associated with enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in nursery-raised neonatal pigs. *Can. J. Vet. Res.*, 64: 204-207.
- Grela E. y W. Semeniuk. 1999. Probiotics in Animal Production. *Med. Wet.*, 55(4): 222-228.
- Guerin-Danan C., J. Meslin, A. Chambard, A. Charpiliense, P. Relano, C. Bouley, J. Cohen y C. Andrieux. 2001. Food supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* DN - 114 001 protects suckling rats from rotavirus associated diarrhea. *J. Nutr.*, 131(1): 111-117.
- Højberg O., N. Canibe, B. Knudsen y B. Jensen. 2003. Potential rates of fermentation in digesta from the gastrointestinal tract of pigs: Effect of feeding fermented liquid feed. *Appl. Environ. Microbiol.*, 9(1): 408-418.
- Jorgensen L., H. Kjaersgaard, B.B. Jensen y K.E. Knudsen. 2001. Effect of pelleting and of use of lactic acid in feed on *Salmonella* prevalence and productivity in weaners. Proc. 4<sup>th</sup> Inter. Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* and other food borne pathogens in pork. Leipzig, Alemania. pp.109-111.
- Knarreborg A., N. Miquel, T. Granli y B. Jensen. 2002. Establishment and application of an *in vitro* methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 99: 131.
- Matew A., S. Chatin, C. Robbins y D. Golden. 1998. Effect of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 76(8): 2138-2145.
- Mechnikoff E. 1907. Prolongation of Life. Putnam and Sons. New York, NY.
- Mordenti A. y G. Martelli. 1999. Sporogenic probiotic in pig farming. *Rev. Suinicult.*, 40(5): 30-41.
- Mroz Z., A. Jongbloed, K. Partanen, K. Vreman, P. Kemme y J. Kogut. 2000. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. *J. Anim. Sci.*, 78(10): 2622-2632.
- Nemcova R., A. Bomba, R. Eric y S. Gancarcikova. 1998. Colonization capability of orally administered *lactobacillus* strains in the gut of gnotobiotic piglets. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 105(5): 199-200.
- NRC (National Research Council). 1998. Nutrient Requirements of Swine 10<sup>ma</sup> Rev. Nat. Acad. Sci. Washington, D.C.
- Overland M., T. Granli, N. Kjos, O. Fjetland, S. Steien y M. Stokstad. 2000. Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 78(7): 1875-1884.
- Parker D. 1974. Probiotics, the other half of antibiotic story. *Anim. Nutr. Health*, 29: 4-14.
- Pedone C., A. Bernabeu, E. Postaire, C. Bouley y P. Reinert. 1999. The effect of supplementation with milk fermented by *Lactobacillus casei* (strain DN-114 001) on acute diarrhea in children attending day care centers. *Inter. J. Clin. Pract.*, 53(3): 179-184.
- Quintero-Moreno A., N. Rojas, J. Aranguren, G. Soto y D. Durán. 1997. Efecto de la suplementación y la época de nacimiento sobre el crecimiento

- predestete de becerras mestizas. Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ., 7(2): 75-82.
- Reikel A. y J. Weicek. 1996. Influence of biogen and microferm-fer preparation on growth and health in piglets. Med. Vet., 52(3): 187-190.
- Rojas M., F. Ascencio y P. Conway. 2002. Purification and characterization of a surface protein from *Lactobacillus fermentum* 104R that binds to porcine small intestinal mucus and gastric mucin. Appl. Environ. Microbiol., 68: 2330–2336.
- Simon O. 2005. Microorganisms as feed additives. Probiotics. Adv. Pork Production, 16: 161-167.
- SAS (Statistical Analysis System). 2001. SAS/STAT user's guide. SAS Inst. Inc. Carry, NC.
- Siljander-Rasi H., T. Alaviuhkola y K. Suomi. 1998. Carbadox, formic acid and potato fibre as feed additives for growing pigs. J Anim. Feed. Sci., 7(1): 205–209.
- Toit M-Du., C. Franz, L. Dicks, U. Schillinger, P. Heberer, B. Warlies, F. Ahrens, W. Holzapfel y M. Du Toit. 1998. Characterization and selection of probiotic lactobacilli for a preliminary minipig feeding trial and their effect on serum cholesterol levels, faeces pH and faeces moisture content. Inter. J. Food Microbiol., 40(1-2): 93-104.
- Vassalo M., E. Fialo, A. Oliviera, A. Teixeira, A. Bertechini y A. De-Oliveira. 1997. Probiotic of piglets from 10 to 30 kg liveweight. Rev. Soc. Bras. Zoot., 26(1): 131-138.

## Nota Técnica

### Masculinização de três linhagens de tilápias do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17- $\alpha$ -metil-testosterona

George Shigueki Yasui<sup>1,2\*</sup>, Luiz Carlos dos Santos<sup>2</sup>, Eduardo Shimoda<sup>1,3</sup>, Oswaldo Pinto Ribeiro-Filho<sup>2</sup>, Leonardo Luiz Calado<sup>2</sup>, Anderson Saraiva Freitas<sup>2</sup>, Manuel Vazquez Vidal Jr.<sup>1</sup> e Eduardo Barile Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal. Av. Alberto Lamego, 2000 – Horto – 28015-620. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. \* Correo electrónico: tilapia@uenf.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Estação de Piscicultura e Hidrobiologia. Viçosa, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Faculdade de Castelo, Curso de Medicina Veterinária. Castelo, ES, Brasil.

---

#### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a masculinização de pós-larvas de três linhagens de tilápias do Nilo tailandesa 1 (LT-1), tailandesa 2 (LT-2) e linhagem local (LL). Os peixes foram alimentados com uma ração contendo 60 mg de 17- $\alpha$ -metiltestosterona/kg por um período de 28 dias, e parâmetros biométricos foram obtidos em intervalos de sete dias. Posteriormente, foram obtidos os percentuais de machos e mortalidades. Não houve diferença significativa nos dados de crescimento e masculinização (97,1 $\pm$ 1,4%, 98,10 $\pm$ 2,1% e 99,1 $\pm$ 0,8% de machos para LT-1, LT-2 e LL, respectivamente), embora o índice de mortalidade tenha sido superior para LL (52,8 $\pm$ 7,5%) quando comparados com LT-1 (20,8 $\pm$ 2,6%) e LT-2 (20,8 $\pm$ 3,6%). Esses dados sugerem a utilização das linhagens LT-1 e LT-2.

*Palavras-chave:* desempenho, inversão sexual, masculinização, peixe, testosterona, tilápia.

---

#### Masculinization in three strains of Nile tilapia using the synthetic androgen 17- $\alpha$ -methyl-testosterone

#### ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the masculinization of post-fry in three strains of Nile tilapia: thai strain 1 (TS-1), thai strain 2 (TS-2), and local strain (LS). Fishes were fed using a ration containing 60 mg of 17- $\alpha$ -methyltestosterone/kg for 28 days, and biometric parameters were obtained at 7-days intervals. Later, it was observed the percentage of males and mortality. There was no significant differences on growth and male percentage (97.1 $\pm$ 1.4%, 98.10 $\pm$ 2.1%, 99.05 $\pm$ 0.8% for TS-1, TS-2, and LS, respectively), although the mortality was higher for LS (52.8 $\pm$ 7.5%) when compared to LT-1 (20.8 $\pm$ 2.6%) and LS-2 (20.8 $\pm$ 3.6%). These data suggest the utilization of LT-1 e LT-2.

*Keywords:* performance, sex inversion, masculinization, fish, testosterone, tilapia.

## INTRODUÇÃO

A tilapicultura vem atravessando crescimento considerável nos últimos anos, impulsionado principalmente pelo desempenho zootécnico das espécies de tilápia e sua aceitação no mercado, colocando-as entre as mais produzidas no globo.

O potencial zootécnico da tilápia muitas vezes é limitado pela alta prolificidade e a maturação sexual precoce, justificando a adoção de cultivo monossexuais masculinos para impedir a reprodução e otimizar o crescimento somático (Gale *et al.*, 1999; Dan e Little, 2000). No intuito de obter indivíduos machos para a engorda, a masculinização fenotípica por via oral é o método mais utilizado em criações comerciais. A eficácia desse processo depende de fatores ambientais, do hormônio e sua concentração, bem como a espécie empregada (Devlin e Nagahama, 2002). Embora o protocolo de masculinização já tenha sido estabelecido para a tilápia do Nilo, sua eficácia pode apresentar diferenças em função do manejo, das linhagens empregadas e de variações ambientais locais.

Diante desses fatos supra mencionados, objetivou-se com este trabalho avaliar a masculinização e desenvolvimento de linhagens de tilápia do Nilo, visando a produção massal de lotes monossexuais em nosso setor.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação de Piscicultura e Hidrobiologia da Universidade Federal de Viçosa, no período de fevereiro a outubro de 2001. Foram utilizadas três linhagens de tilápia do Nilo: linhagem tailandesa 1 (LT-1), adquirida em um produtor local, a linhagem tailandesa 2 (LT-2) obtida por meio de importação - Tailândia e a linhagem local (LL). Pós-larvas (PL) dessas linhagens foram coletadas e distribuídos em nove hapas de 1 m<sup>3</sup> (3.000 PL/hapa; 3 hapas para cada linhagem) dispostas em um delineamento inteiramente casualizado.

Os animais foram masculinizados utilizando-se o andrógeno 17- $\alpha$ -metil-testosterona (MT), adicionado à ração (42% PB; 3.200 kcal/kg) por volatilização de álcool etílico (Guerrero, 1975) na concentração de 60 mg MT/kg. A duração do tratamento foi de 28 dias, sendo a ração ofertada três vezes ao dia em quantidade de 25 a 10% da biomassa (Yasui *et al.*, 2006). Para

acompanhamento do crescimento e incremento do alimento ofertado, biometrias de rotina foram realizadas em 100 animais por unidade experimental a cada 7 dias. Posteriormente, 100 animais de cada unidade experimental foram sexados por meio de histologia (Guerrero e Shelton, 1974), obtendo-se o percentual de machos.

Os parâmetros de pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água foram mensurados diariamente.

Resultados foram apresentados em médias  $\pm$  desvios padrão. Os valores encontrados foram submetidos à análise de variância, seguido, quando apropriado, por teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação entre as médias. A proporção sexual foi comparada pelo teste de qui-quadrado ( $\chi^2 < 0,05$ ), considerando-se uma proporção sexual esperada de 1:1 (50% machos e 50% fêmeas). As análises foram realizadas utilizando-se o software SAEG (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados biométricos durante o período de masculinização estão explícitos na Tabela 1. Para todos os tratamentos, o modelo que melhor descreveu o crescimento das linhagens de tilápia do Nilo foi do tipo exponencial, conforme também destacado por Wootton (1995) para peixes nessa fase de desenvolvimento.

Não foram encontradas diferenças significativas nos valores biométricos ( $P < 0,05$ ), durante todo o período experimental. Os pesos médios ao final do experimento foram de 0,133 $\pm$ 0,036 g (LT-1), 0,109 $\pm$ 0,013 g (LT-2) e 0,154 $\pm$ 0,027 g (LL), e se encontram na faixa de peso destacada por Popma e Green (1990).

No tocante às taxas de mortalidade, a linhagem LL (52,83 $\pm$ 7,51%) apresentou valores superiores quando comparadas com as linhagens LT-1 (34,71 $\pm$ 8,32%) e LT-2 (26,51 $\pm$ 10,24%). Toyama *et al.* (2000), trabalhando com níveis de vitamina C em rações destinadas à inversão sexual, obtiveram valores de sobrevivência próximos a 60% em animais com níveis de vitamina C adequados. Esses valores são piores quando comparados ao presente trabalho nas linhagens LT-1 e LT-2. Melhores taxas de crescimento e sobrevivência também são descritos na literatura (Varadaraj *et al.*, 1994; Vera-Cruz e Mair, 1994; Sanchez e Hayashi, 2001).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos dados biométricos (peso e comprimento total, CT) das linhagens tailandesa 1 (LT-1), tailandesa 2 (LT-2) e local (LL) durante o período experimental (n=300).

Tempo, dias	Linhagem Tailandesa 1		Linhagem Tailandesa 2		Linhagem Local	
	Peso	CT	Peso	CT	Peso	CT
	g	cm	g	cm	g	cm
0	0,010±0,001	1,002±0,10	0,014±0,001	0,983±0,11	0,010±0,001	0,932±0,06
7	0,026±0,005	1,306±0,17	0,022±0,004	1,223±0,15	0,022±0,004	1,119±0,10
14	0,039±0,006	1,407±0,19	0,030±0,003	1,361±0,13	0,055±0,010	1,449±0,17
21	0,093±0,024	1,748±0,27	0,076±0,006	1,656±0,19	0,093±0,030	1,703±0,26
28	0,133±0,036	1,993±0,32	0,109±0,013	1,969±0,20	0,154±0,027	2,096±0,34

As equações que descrevem o incremento em comprimento foram:

$$\text{LT-1: } \hat{Y}_1 = 0,8794 e^{0,1667x} \text{ (R}^2 = 0,97\text{);}$$

$$\text{LT-2: } \hat{Y}_2 = 0,8412 e^{0,1692x} \text{ (R}^2 = 0,99\text{)}$$

$$\text{LL: } \hat{Y}_3 = 0,7596 e^{0,204x} \text{ (R}^2 = 0,99\text{)}.$$

Analogamente, para o peso, as equações foram:

$$\text{LT-1: } \hat{Y}_4 = 0,006 e^{0,645x} \text{ (R}^2 = 0,97\text{);}$$

$$\text{LT-2: } \hat{Y}_5 = 0,0076 e^{0,5344x} \text{ (R}^2 = 0,97\text{)}$$

$$\text{LL: } \hat{Y}_6 = 0,0056 e^{0,691x} \text{ (R}^2 = 0,98\text{)}. \text{ Em ambos os casos a variável independente foi o tempo (dias).}$$

Os percentuais de machos foram de 97,1±1,4, 98,10±2,1 e 99,05±0,8% para LT-1, LT-2 e LL, respectivamente, sendo todos considerados estatisticamente iguais entre si. Todos os tratamentos diferiram da proporção de 1:1 ( $\chi^2 < 0,05$ ), o que ressalta o efeito masculinizante do hormônio. Embora a idade dos juvenis não tenha sido padronizada, os índices de masculinização podem ser considerados satisfatórios para a aplicação em grande escala, conforme destacado por Phelps e Popma (2000). Contudo, nenhum dos tratamentos obteve uma população integralmente monosssexual. O tratamento por via oral, nesse caso, foi também efetivo na masculinização, assim como encontrado por outros autores para a mesma espécie (Desprez *et al.*, 2003; Bhandari *et al.*, 2006). Em hapas estocadas sob a mesma densidade do presente experimento, Phelps e Cerezo (1993) e Vera-Cruz e Mair (1994) obtiveram índices de masculinização similares (~97% de machos). Quando comparado com a masculinização por imersão em MT, os resultados do presente trabalho foram melhores e com menor variação (Gale *et al.*, 1999; Wassermann e Afonso, 2003; Bombardelli *et al.*, 2007).

Em ambientes externos, outros fatores podem comprometer a eficácia de masculinização, como o baixo consumo de alimento devido à dispersão por correntes de ar/água e da baixa flutuabilidade da ração em pó, e a presença do alimento natural (plâncton). Para que ocorra um consumo eficaz do hormônio masculinizante, recomenda-se 1) assegurar quantidade de alimento suficiente para os peixes, 2) reduzir o consumo de alimento natural ou 3) aumentar a concentração hormonal (Popma e Green, 1990; Varadaraj *et al.* 1994; Vera Cruz e Mair, 1994). Assim, a densidade de estocagem e o programa de alimentação adotado podem ter sido cruciais nos índices de masculinização encontrados.

Os parâmetros de pH (7,62±0,7) e temperatura (27±1°C) se mantiveram dentro dos níveis aceitáveis, porém, os níveis de oxigênio dissolvido chegaram em níveis menores que 3ppm, o que pode ter aumentado a mortalidade. Esse fato sugere maior rusticidade das linhagens LT-1 e LT-2. Diante dos dados obtidos, conclui-se que a utilização das linhagens LT-1 e LT-2 proporcionam maior potencial de produção de machos juvenis para a engorda.

## CONCLUSÕES

Diante dos resultados ora encontrado é possível afirmar que não há diferença na masculinização e crescimento inicial nas três linhagens comparadas, entretanto, quando considerada a mortalidade, recomenda-se utilizar as linhagens LT-1 e LT-2.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às instituições financiadoras CNPq e FENORTE/FAPERJ.

## LITERATURA CITADA

- Bhandari R.K., M. Nakamura, T. Kobayashi e Y. Nagahama. 2006. Suppression of steroidogenic enzyme expression during androgen-induced sex reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Gen. Comp. End., 145: 20-24.
- Bombardelli R.A., E.A. Sanchez, D.F.H. Pinto, R.M. Marcos e L. Barbero. 2007. Idade de maior sensibilidade de tilápias-do-nilo aos tratamentos de masculinização por banhos de imersão. Rev. Bras. Zootec., 36(1): 1-6.
- Dan N.C. e D.C. Little. 2000. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. Aquacult., 184: 221-231.
- Desprez D., D. Géraz, M.C. Hoareau, C. Melard, P. Bosc e J.F. Baroiller. 2003. Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11 $\beta$ -hydroxyandrostenedione in Florida red tilapia. Aquacult., 216 (1-4): 55-65.
- Devlin R.H. e Y. Nagahama. 2002. Sex determination in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquacult., 208: 191-364.
- Guerrero R.D. e W.L. Shelton. 1974. An aceto-carmine squash method for sexing juvenile fishes. Prog. Fish. Cult., 36 (1): 56.
- Guerrero R.D. 1975. Use of androgens for production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner). Trans. Am. Fish. Soc., 104(2): 342-348.
- Gale W.L., M.S. Fitzpatrick, M. Lucero, W.M. Contreras-Sánchez e C.B. Schreck. 1999. Maculinization of Nile tilapia by immersion in androgens. Aquacult., 178: 349-357.
- helps R.P. e G. Cerezo. 1993. The effect of confinement in hapas on sex reversal and growth of *Oreochromis niloticus*. J. App. Aquac., 1(4): 73-82.
- Phelps R.P. e T.J. Popma. 2000. Sex reversal of tilapia. En Costa-Pierce B.A. e J.E. Rakocy (Eds). Tilapia Aquaculture in the Americas. World Aquaculture Society, LO, USA. pp. 34-59.
- Popma T.J. e B.W. Green. 1990. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. Research and Development Series, 35, Auburn University, AL, USA.
- SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas). 2000. Manual do usuário. Versão 8.0. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. Brasil.
- Sanchez L.E.F. e C. Hayashi. 2001. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. Acta Sci., 23(4): 871-876.
- Toyama G.N., J.E. Corrente e J.E.C. Cyrino. 2000. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. Sci. Agric., 57(2): 221-228.
- Varadaraj K., S.S. Kumari e T.J. Pandian. 1994. Comparison of conditions for hormonal sex reversal of Mozambique tilapias. Prog. Fish-Cult., 56: 81-90.
- Vera-Cruz E.M. e G.C. Mair. 1994. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). Aquacult., 122: 237-248.
- Wassermann L.G.J. e L.O.B. Afonso. 2003. Sex reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) by androgen immersion. Aquac. Res., 34(1): 65-71.
- Wootton R. J. 1995. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, Londres. Inglaterra.
- Yasui G.S., L.C. Santos, O.P. Ribeiro-Filho, E. Shimoda e L. Arias-Rodriguez. 2006. Cultivo monossesual de tilápias: importância e obtenção por sexagem e inversão sexual. Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG, 49: 46-69.

