



INIA  
Instituto Nacional  
de Investigaciones  
Agrícolas

# Zootecnia Tropical

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 23 VOL. 23 No. 4 2005

# ZOOTECNIA TROPICAL

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



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS  
REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Prudencio Chacón  
PRESIDENTE

Dr. Jesús Salazar  
GERENTE GENERAL

Dra. Tania Rodríguez  
GERENTE INVESTIGACIÓN

Dr. Ignacio Entrena  
GERENTE (E) NEG. TECNOLÓGICA

COORDINACIÓN EDITORIAL ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. José L. Gil  
EDITOR JEFE

Dr. Nestor E. Obispo  
EDITOR ASISTENTE

Ing. M.Sc. Freddy Espinoza  
ASESOR

Rosa Terán  
SECRETARIA

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Thais Díaz (FCV-UCV)

Dra. Susmira Godoy (INIA)

Dr. José Alió (INIA)

Dr. Orlando Guenni (FAGRO-UCV)

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

Dr. Carlos Lascano (Colombia)

Dr. Rainer Schultze-Kraft (Alemania)

Dra. Alicia Rabasa (Argentina)

Dr. Manuel Fondevilla (España)

Dr. Lee McDowell (EEUU)

Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)

Dr. Julio Lee (Cuba)

Dr. Rony Tejos (Venezuela)

Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)

Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)

Dr. Armando Fuentes (Venezuela)

M Sc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dra. Josefina Combellas (Venezuela)

Dirigir correspondencia a:

ZOOTECNIA TROPICAL. INIA, Apartado Postal 2103. 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<sup>1</sup>:

VENEZUELA (Bs.)

EXTERIOR (US \$)

Un año: 18.000,00

One year: 40.00

Dos años: 35.000,00

Two years: 75.00

Ejemplar: 5.000,00

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

Esta revista está incluida en la colección Scielo Venezuela ([www.scielo.org.ve](http://www.scielo.org.ve))

<sup>1</sup> 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: [www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zooindex.htm)

### COMITÉ *Ad hoc*

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

#### Arbitraje Científico Externo

### BOARD OF SCIENTIFIC REVIEWERS

Articles published in ZOOTECNIA TROPICAL are submitted to  
Scientific Reviewers

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

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

### INDIZACIÓN

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

### SE ACEPTA EL INTERCAMBIO CON OTRAS REVISTAS

Exchange requested      Wir bitten um austausch      On demande l'échange

Gradiremmo cambio      Deseamos permuta

Tiraje: 500 Ejemplares

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

## SUMARIO Vol. 23 No. 4

### ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- URBANO D., CASTRO F. y DÁVILA C. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado Mérida ..... 333
- GARCÍA D. E. y MEDINA M. G. Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras del género *Albizia* ..... 345
- NAVARRO D. L. y TORRES A. Efecto de la fertilización fosfórica y cálcica sobre el crecimiento, producción de biomasa y proteína cruda en *Albizia lebbek* cultivada en condiciones de sabana ..... 363
- SILVA-ACUÑA R., SANABRIA D. V., MARCANO R. M., RIVAS E., BARRIOS R. y NAVAS M. Cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo de sabana bien drenada, con tres sistemas de labranza, en una pastura degradada de *Brachiaria humidicola* ..... 373
- REQUENA F., SAUME E. y LEÓN A. (Revisión) Micotoxinas: Riesgos y prevención ..... 393
- VÁSQUEZ M. B. J. y BASTIDAS M. P. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas con proteína no degradable ..... 411
- PÉREZ A., OBISPO N. E., PALMA J. y CHICCO C. F. Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde ..... 429
- GONZÁLEZ J., ORTIZ R., SOLÓRZANO E., CAMPOS M., MARCANO C. y LÓPEZ H. Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (*Oreochromis spp.*) y *Petenia (Caquetaia kraussii)* en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela ..... 447
- Índice acumulado de títulos ..... 465
- Índice acumulado de autores ..... 469
- Índice acumulado de materias ..... 473

Instrucciones a los autores

## TABLE OF CONTENTS Vol. 23 No. 4

## SCIENTIFIC ARTICLES

URBANO D., CASTRO F., and DÁVILA C. Grazing pressure and NPK fertilization effects on botanical composition of kikuyu grass - perennial peanut association in highlands of Mérida state .....	333
GARCÍA D. E. and MEDINA M. G. Antinutricional content of the edible biomass in <i>Albizia</i> genus species .....	345
NAVARRO D. L. and TORRES A. Effect of phosphorus and calcium fertilization on growth, dry matter yield and protein contents of <i>Albizia lebbbeck</i> cultivated at savanna conditions.....	363
SILVA-ACUÑA R., SANABRIA D. V., MARCANO R. M., RIVAS E., BARRIOS R., and NAVAS M. Physical and chemistry properties changes of a savanna soil well drained, with three tillage systems, in a degraded pasture of <i>Brachiaria humidicola</i> .....	373
REQUENA F., SAUME E., and LEÓN A. (Review) Mycotoxins: Risks and prevention .....	393
VÁSQUEZ M. B. J. and BASTIDAS M. P. Reproductive performance of first lactating Brahman cows supplemented with undegradable protein .....	411
PÉREZ A., OBISPO N. E., PALMA J., and CHICCO C. F. Effect of ractopamine and lysine levels on the performance of leaning pigs in the finishing phase.....	429
GONZÁLEZ J., ORTIZ R., SOLÓRZANO E., CAMPOS M., MARCANO C., and LÓPEZ H. Distribution and characterization of tilapia species group ( <i>Oreochromis spp.</i> ) and petunia ( <i>Caquetaia kraussii</i> ) in natural ecosystems in the western zone of Venezuela .....	447
Accumulated table of titles.....	465
Accumulated index of authors.....	469
Accumulated index of subjects.....	473

Instructions for authors

## Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado Mérida

Diannelis Urbano<sup>1\*</sup>, Fernando Castro<sup>2</sup> y Ciro Dávila<sup>2</sup>

## RESUMEN

Con el propósito de determinar la mejor presión de pastoreo y fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio que permita mantener un balance en la asociación kikuyo-maní forrajero, se condujo un experimento en Jají, estado Mérida, Venezuela. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas divididas, donde en la parcela principal se aplicaron dos presiones de pastoreo (PPA: 800 y PPB: 1.600 kg MS residual/ha) y en la secundaria las combinaciones de dos niveles de nitrógeno (0 y 200 kg/ha/año), tres de fósforo (0, 150 y 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año) y dos de potasio (0 y 200 kg K<sub>2</sub>O/ha/año), evaluándose la composición botánica al inicio y al final del experimento. El porcentaje de kikuyo en la mezcla disminuyó un 11%, mientras que el maní forrajero incrementó un 9%. Los componentes de biomasa muerta y del pasto *Cynodon sp* disminuyeron en 3 y 0,79%, respectivamente. La presión de pastoreo y sus interacciones no influyeron significativamente en los diferentes componentes de la mezcla; sin embargo, la tendencia del kikuyo en la asociación fue a declinar más en la presión de pastoreo baja (13,1%) que en la alta (8,1%), mientras que el porcentaje de maní incrementó en la asociación en ambos sistemas con 12,8 y 6,1%, respectivamente. El porcentaje del kikuyo en la mezcla fue afectado por el nitrógeno (P<0,01) y por su interacción con el

1- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE-Mérida. Av. Urdaneta. Edificio INIA Mérida, estado Mérida. Venezuela. \*Correo electrónico: durbano@inia.gob.ve

2- Universidad de Los Andes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mérida, estado Mérida. Venezuela.

Recibido: 21/06/05 Aceptado: 16/11/05

tasio ( $P < 0,05$ ); en cambio, en el componente leguminosa, los macroelementos NPK no influyeron significativamente en su proporción, pero la interacción N x K fue significativa ( $P < 0,05$ ). Con la aplicación de N, el pasto kikuyo aumentó su proporción de 27,8 a 36,2%, las malezas de hojas anchas disminuyeron de 7,3 a 2,9% ( $P < 0,05$ ), así como el maní de 45,6 a 43,5%. Se concluye que el maní forrajero, bajo las condiciones probadas, tuvo un alto porcentaje en la asociación, el cual se puede controlar mediante la fertilización con nitrógeno y potasio.

*Palabras clave:* *Pennisetum clandestinum*, *Arachis pintoi*, composición botánica, presión de pastoreo, fertilización NPK.

### Grazing pressure and NPK fertilization effects on botanical composition of kikuyu grass - perennial peanut association in highlands of Mérida state

#### SUMMARY

To obtain the best combination of the grazing pressure and fertilization with nitrogen, phosphorus, and potassium that allow a good balance in the species kikuyu grass-perennial peanut association, a field grazing experiment was conducted in Jají, Mérida state, Venezuela. A complete randomized block design was used, with three replications. The treatments were a factorial in a split plot arrangement. Two grazing pressures were applied to main plots (HGP: 800 and LGP: 1600 kg residual DM/ha) and two levels of nitrogen (0 and 200 kg N/ha), three of phosphorus (0, 150, and 300 kg  $P_2O_5$ ), and two of potassium (0 and 200 kg  $K_2O$ /ha) were applied to sub-plots. Botanical composition was estimated at the beginning and the end of the trial. Percent of kikuyu grass in the mixture decreased 11%, while perennial peanut increased in 9%. Also, dead material and the grass *Cynodon* sp decreased 3 and 0.79%, respectively. The grazing pressure factor and its interactions were not significant, but the tendency for the components of the association was that kikuyu grass decreased 13.1% in the LGP and 8.1% in HGP, but perennial peanut increased in both systems 12.8% and 6.1%, respectively. Nitrogen application and N x K interaction were significant ( $P < 0.05$ ) in the percent of kikuyu grass in the mixture, but in the legume component, the macro elements NPK did not affect its proportions, but the N x K interaction was significant ( $P < 0.05$ ). N application increased kikuyu grass, from 27.8 to 36.2%, broad leaf weeds decreased from 7.3 to 2.9% ( $P < 0.05$ ), but perennial peanut decrease from 45.6 to 43.5%. The kikuyu grass- perennial peanut

association, in the tested conditions, had a high proportion of legume on offer that may be controlled with N fertilization.

*Keywords:* *Pennisetum clandestinum*, *Arachis pintoi*, botanical composition, grazing pressure, NPK fertilization.

#### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha demostrado que la incorporación de leguminosas forrajeras en las pasturas tiene muchas ventajas en los sistemas de producción. Sin embargo, una de las principales limitantes de su uso es la baja proporción y persistencia en las asociaciones con gramíneas, lo que ha ocasionado una baja adopción por los ganaderos, a pesar que en condiciones experimentales se han obtenido incrementos notables tanto en la producción de leche como de carne (Urbano y Dávila, 1995).

El uso de las asociaciones gramíneas-leguminosas requiere de un manejo más complejo, debido a que son plantas de hábitos contrastantes con respecto a la arquitectura del follaje, morfología radical, demanda de nutrientes y ruta de asimilación de carbono, entre otros. Además, el comportamiento en pastoreo de una planta forrajera se relaciona con la defoliación selectiva que afecta directamente sus reservas de carbohidratos y especialmente el vigor del rebrote, el crecimiento y la longevidad.

Los factores que más inciden en la persistencia de las leguminosas en las asociaciones son: las condiciones edafoclimáticas, la competencia de las gramíneas asociadas, el manejo de los animales, susceptibilidad a plagas y enfermedades, así como las características intrínsecas de este grupo de plantas (Kretschmer, 1989).

El nitrógeno tiene un efecto notable en la composición botánica de las asociaciones gramíneas-leguminosas, ya que la primera tiene la habilidad de utilizar el nitrógeno aplicado con más eficiencia que la segunda, por lo que puede llegar a ser dominante en el pastizal. En el caso de las leguminosas, estas pueden desaparecer cuando el N está disponible en el suelo en grandes cantidades (Vallis, 1978).

El fósforo modifica el balance de las especies en la pastura a favor de la leguminosa, aumentando el rendimiento de materia seca. En Australia, Gramshaw *et al.* (1989) señalaron que el sobrepastoreo y la reducción en el

so de fertilizantes fosfóricos han ocasionado una disminución de las leguminosas dentro de las pasturas. En el caso del potasio, las gramíneas pueden ser capaces de extraer del suelo este elemento con mayor facilidad que las leguminosas (Urbano, 1990).

El objetivo principal de este estudio fue determinar la mejor presión de pastoreo y fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para mantener un balance adecuado en la asociación kikuyo - mani forrajero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca Las Mesas, sector Las Cruces, Jajá, Municipio Campo Elías, del estado Mérida y localizada geográficamente a 19°34'16.7" N y 71°18'56.2" O, a una altitud de 1.850 msnm. La temperatura promedio es de 18,2°C, con una precipitación de 1.700 mm, en forma bimodal, presentando los mayores valores durante los meses de mayo y octubre. La zona de vida es bosque húmedo montano bajo (Ewell y Madrid, 1998).

El sitio experimental se caracteriza por presentar suelos con textura arcillosa y franco arcillosa, con pH ácido a medianamente ácido, niveles medios a altos en fósforo, calcio, magnesio y materia orgánica, variando el contenido de potasio desde trazas hasta alto.

La asociación estaba conformada inicialmente por el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y las leguminosas alfalfa (*Medicago sativa*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y mani forrajero (*Arachis pintoi*). Sin embargo, en el transcurso de los dos primeros años, la compleja dinámica poblacional de las tres leguminosas se redujo al predominio del mani.

La alfalfa y el trébol blanco se sembraron por semilla y para el mani se empleó una mezcla de diferentes cultivares (CIAT 17434; 18744 y 8748), estableciéndose en forma vegetativa. La siembra se efectuó manualmente a una distancia de 0,50 m entre hilos y a chorro corrido dentro del surco. La profundidad de siembra fue de aproximadamente 5 cm y se dejaron descubiertas las últimas hojas, mientras que el kikuyo también se estableció vegetativamente en hilos alternos al mani.

Se utilizó un diseño bloques al azar, con tres repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas divididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron dos presiones de pastoreo (PPA: 800 y PPB: 1.600

kg MS residual /ha) y en la secundaria se asignaron las combinaciones de dos niveles de nitrógeno (N0: 0 y N1: 200 kg N/ha/año), tres de fósforo (P0: 0, P1: 150 y P2:300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año) y dos de potasio (K0: 0 y K1: 200 kg K<sub>2</sub>O/ha/año), para un total de 24 tratamientos. Las fuentes de macroelementos utilizadas fueron: urea, fosfopoder y cloruro de potasio. La mitad de las dosis del primer y tercer elemento se aplicaron al inicio del experimento junto con toda la cantidad de fósforo, mientras que el resto del N y K fue suministrado seis meses después.

La duración del período experimental fue de 280 días, lo que correspondió a ocho pastoreos. La superficie de la asociación fue de aproximadamente 2,0 ha, dividida en seis potreros. El área de las subparcelas fue de 15 m<sup>2</sup> (6 x 2,5 m). El sistema de pastoreo fue rotativo, con 35 días de descanso y de 0,5 a 1 y de 1 a 1,5 días de ocupación para la presión baja y alta, respectivamente; dependiendo de la oferta forrajera.

Durante el día, 45 vacas lactantes permanecieron pastoreando la asociación y en la noche fueron estabuladas, donde se le suministraba pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), lo que correspondió a una carga animal promedio de 3,8 UA/ha en la asociación.

La composición botánica se estimó antes y al final del periodo experimental, mediante un muestreo sistemático en el área efectiva. Se cosecharon cuatro muestras representativas por subparcela, con un marco de 0,25 x 0,25 m, se mezclaron y se seleccionó una submuestra de 500 g. Luego, se separaron en forma manual los componentes presentes: kikuyo (K), mani (M), biomasa muerta (BM), *Cynodon sp* (CY), malezas de hoja ancha (MHA) y angosta (MHANG) y se colocaron en la estufa a una temperatura de 70°C, durante 48 horas, para determinar la materia seca, posteriormente se pesó cada componente y se estimó su porcentaje en la asociación.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza a través del procedimiento Modelo Lineal General (GLM), usando el error tipo A para la presión de pastoreo y bloques, el error B para los factores nitrógeno, fósforo, potasio y las interacciones dobles, triples y cuádruples. Además, se utilizó la Prueba de Rango Múltiples de Duncan para detectar la significancia entre niveles de cada factor (SAS, 1982).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de aplicar los tratamientos, la proporción promedio en base a la materia seca del pasto kikuyo fue de 42,7%, mientras que el mani

representaba el 33,1%, siendo la contribución de la leguminosa bastante alta, con respecto a la mayoría de las asociaciones evaluadas en el trópico. Durante el periodo experimental el porcentaje de pasto kikuyo en la mezcla disminuyó un 11%, mientras que el maní forrajero presentó un incremento de 9%, siendo estos resultados relevantes, ya que en la mayoría de las asociaciones, las leguminosas disminuyen su proporción de materia seca con el tiempo (Figura 1). Esto se puede atribuir a la presencia de *Blissus sp.* que causó la muerte parcial del kikuyo y a la capacidad del maní forrajero para ocupar los espacios dejados por esta gramínea.

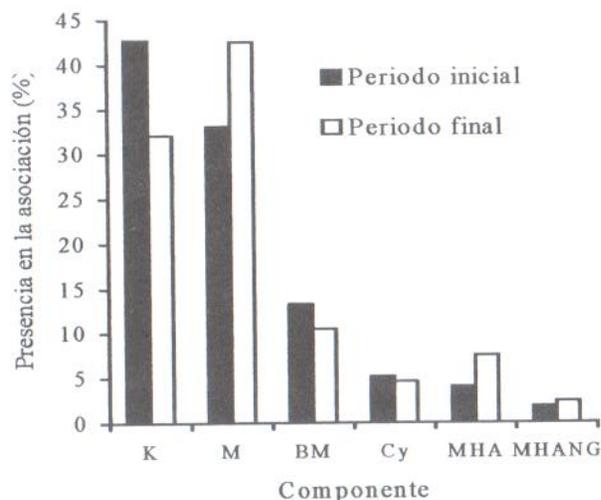


Figura 1. Composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero. Ver leyenda en el texto.

En Australia, Firth y Wilson (1995), evaluando la producción de materia seca, altura, porcentaje de cobertura y persistencia de 52 accesiones y 13 cultivares de leguminosas asociadas con *Dactylis glomerata*, durante siete años, concluyeron que el maní forrajero fue la especie más promisoría en estas asociaciones. Asimismo, Mullen *et al.* (1997) encontraron resultados similares.

Los componentes de biomasa muerta, principalmente de kikuyo y el pasto *Cynodon sp.*, disminuyeron un 3 y 0,8%, respectivamente; en cambio, la

presencia de malezas fue mayor, tanto las de hojas anchas como las gramíniformes.

El análisis de varianza realizado para los diferentes componentes de la mezcla no detectó diferencias significativas entre las presiones de pastoreo utilizadas, ni en sus interacciones con los factores nitrógeno, fósforo y potasio.

En relación a la aplicación de los macroelementos, se encontró que el nitrógeno afectó la proporción del pasto kikuyo ( $P < 0,01$ ) y el porcentaje de malezas de hojas anchas ( $P < 0,05$ ). Asimismo, su interacción con el potasio influyó significativamente ( $P < 0,05$ ) sobre la proporción del pasto kikuyo y del maní forrajero.

En la Figura 2 se observa el efecto del nitrógeno sobre el porcentaje del pasto kikuyo y las malezas de hojas anchas (MHA) en la asociación. Con la aplicación de 200 kg N/ha esta gramínea aumentó de 27,76 a 36,15%, representando un incremento de 8,4%, en cambio las malezas disminuyeron 4,3%, reflejando la importancia de este nutrimento en la capacidad de competir del pasto kikuyo.

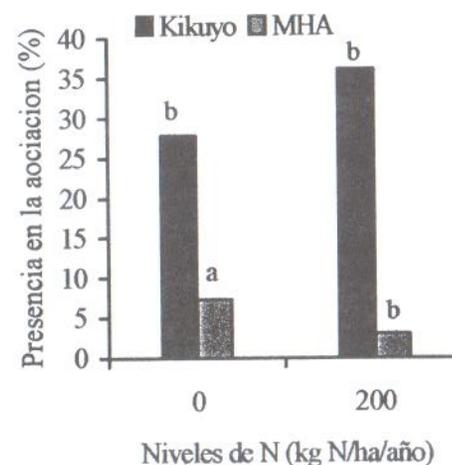


Figura 2. Efecto del nitrógeno sobre el porcentaje de kikuyo y de malezas de hojas anchas (MHA) en la asociación. Medias con letras distintas indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) con Prueba de Duncan.

Santos *et al.* (2001) evaluaron a nivel de invernadero el comportamiento productivo de las especies *Brachiaria brizantha* y *A. pintoi*, encontrando que la aplicación de N redujo tanto la participación como la permanencia de la leguminosa en la mezcla, pero incrementó la producción de materia seca en las raíces. En este estudio, la biomasa muerta y la presencia de malezas disminuyeron, mientras que el *Cynodon* y las malezas gramínoformes aumentaron con la fertilización de este nutriente.

Dávila *et al.* (2004) reportaron un efecto positivo del nitrógeno en la oferta de esta misma asociación, con un incremento de 314,9 kg MS/ha/pastoreo y una eficiencia de 9,03 kg MS de consumo por kg de nitrógeno aplicado. Esto implica que el aumento de estas variables se debe a una respuesta, tanto en la producción de kikuyo, como en el porcentaje del mismo en la mezcla. Sin embargo, para leguminosa y los otros componentes de la mezcla, los efectos principales no influyeron en sus proporciones.

La interacción N x K sobre la proporción del pasto kikuyo y el maní forrajero en la asociación se muestran en la Figura 3. La aplicación de nitrógeno en ausencia de potasio incremento el porcentaje de esta gramínea en 2%, mientras que en presencia de 200 kg K<sub>2</sub>O/ha aumento en 15%. En el caso de la leguminosa, su proporción en la asociación incremento en 4,4% cuando se le suministró 200 kg N/ha sin potasio. En cambio su proporción disminuyó 8,5% en presencia de este macroelemento, lo que refleja que el pasto kikuyo requiere del suministro de nitrógeno junto con el potasio para aumentar su proporción en la mezcla, compitiendo principalmente con el maní.

Machado y Dávila (1998), evaluando el efecto NPK y estiércol sobre la producción de materia seca de la asociación kikuyo-alfalfa, encontraron que esta gramínea incrementaba los rendimientos significativamente cuando se aplicaba N y K, pero no respondió a la aplicación de fósforo. En Australia, Hall (1974) demostró la naturaleza de la competencia por nutrientes en suelos deficientes de K entre las especies de *Desmodium intortum* y *Setaria anceps* donde la gramínea compite con mayor habilidad que la leguminosa por K, por lo que sería conveniente fertilizar con este macroelemento en suelos deficientes para poder mantener una buena proporción de la leguminosa en la asociación.

En relación a la presión de pastoreo, a pesar que su efecto no fue significativo sobre la proporción de los diferentes componentes de la asociación, el porcentaje del pasto kikuyo en la mezcla disminuyó un 13,1 y 8,1%, para la presión de pastoreo baja (PPB) y alta (PPA), respectivamente,

debiéndose posiblemente al habito de crecimiento diferencial que presentan estas especies, así como, al consumo preferencial de kikuyo sobre el maní en la presión baja, disminuyendo la selectividad bajo condiciones de PPA, en la cual el kikuyo es favorecido. Además se puede notar que cuando los animales

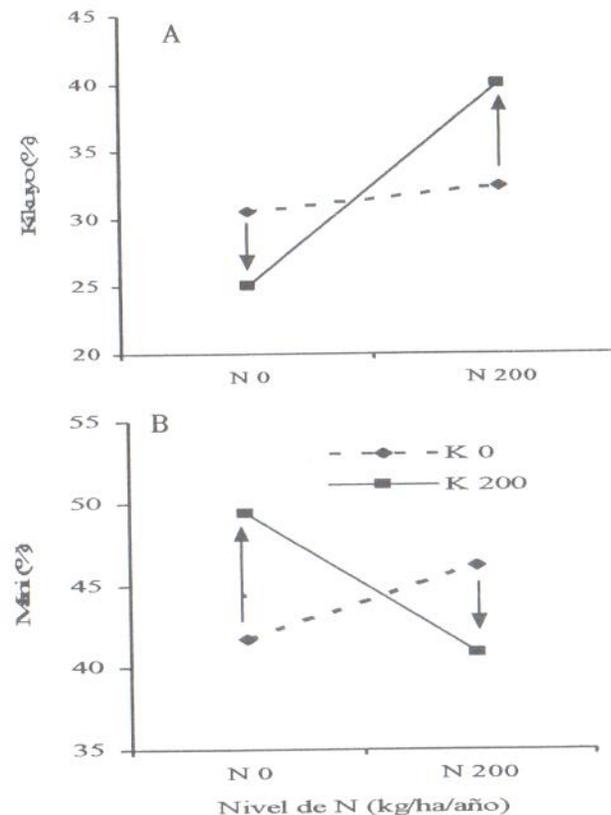


Figura 3. Efecto de la aplicación de N y K sobre la presencia del pasto kikuyo (A) y del maní forrajero (B) en la asociación.

dejan más residuo en la PPB, puede propiciarse un microclima especial para el desarrollo del blissus.

En el caso de maní forrajero, se observó un incremento de su porcentaje en la mezcla para las dos presiones de pastoreo evaluadas, notándose un mayor aumento en los potreros de presión baja (12,8%), con respecto a la alta (6,05%), casi coincidiendo con los espacios dejados por el pasto kikuyo, debido posiblemente a una defoliación más intensa del maní, por los animales en la presión de pastoreo alta.

En Panamá, Ávila y Urriola (1998) evaluaron varias asociaciones encontrando que la carga animal mediana y alta con 2 y 3 UA/ha, favoreció a persistencia de *Arachis pintoi* cv 17434 en pasturas de *Brachiaria dictyoneura*, mientras que la baja (1 UA/ha) fue mejor para *Centrosema macrocarpum*. También, Ibrahim y Mannetje (1998) reportaron que el maní forrajero asociado con *B. humidicola* y *B. brizantha*, presentaron un comportamiento distinto, ya que cuando se mezclaba con la primera gramínea la mejor utilización era con una alta carga animal, mientras que con la segunda su mejor manejo fue con la carga baja. Además concluyeron que esta es la leguminosa más tolerante al pastoreo en el trópico húmedo. La biomasa muerta y el pasto *Cynodon sp* disminuyeron durante la fase experimental; sin embargo, la presencia de malezas de hojas angostas y anchas aumentaron en las dos presiones de pastoreo, excepto en las graminiformes con PPA, que disminuyó en un 15%. El cambio en el porcentaje de malezas en los potreros se debe principalmente a la muerte del kikuyo en áreas donde el maní no pudo cubrir con rapidez.

Contrario a lo esperado, la aplicación del fósforo no afectó las proporciones de los componentes de la asociación, ni los efectos de los otros factores, debido posiblemente a que los niveles iniciales de este nutriente en el suelo fueron de medio a altos. La tendencia fue incrementar tanto el porcentaje del kikuyo como del maní en la mezcla, con la dosis de 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año, en cambio, con los niveles superiores a esta cantidad, se presentó un ligero efecto negativo en los componentes de la mezcla.

### CONCLUSIONES

- El alto porcentaje de *Arachis pintoi* en pasturas de *Pennisetum clandestinum* permite inferir que esta asociación es promisoría bajo las condiciones de este estudio.

- La presión de pastoreo dentro de los niveles probados, no influyó significativamente sobre la proporción de los diferentes componentes de la asociación ni sobre el efecto de los fertilizantes.
- La fertilización con nitrógeno influyó positivamente en el porcentaje de la gramínea y negativamente sobre las malezas de hoja ancha.
- El porcentaje de kikuyo incrementó cuando se aplicó nitrógeno y potasio, mientras que la leguminosa, disminuyó significativamente cuando se aplica nitrógeno en presencia de potasio.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ávila M. y D. Urriola. 1998. Efecto de la carga animal sobre la persistencia de la *Brachiaria dictyoneura* 6133 asociada con dos leguminosas tropicales. Ciencia Agropecuaria. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, pp.127-136
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida. Zootecnia Trop., 22(3): 157-166.
- Ewell J. y A. Madrid. 1998. Zonas de Vida de Venezuela. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría.
- Firth D. y G. Wilson. 1995. Preliminary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the north coast of New South Wales. Trop. Grasslands, 29(1):18-27.
- Gramshaw D., J. Read, W. Collins y E. Carter. 1989. Sown pastures and legume persistence: An Australian overview. En Marten G., A. Matches, R. Barnes, R. Brougham, R. Clements y G. Sheath (Eds.) Persistence of Forage Legumes. ASA, CSSA y SSSA. Madison, WI. pp. 1-21.
- Hall R. 1974. Analysis of the nature of interference between plants of different species. II. Nutrient relations in a nandi *Setaria* and greenleaf *Desmodium* association with particular reference to potassium. Aust. J. Agric. Res., 749-756 pp.

- Ibrahim M. y L. Mannetje. 1998. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixture in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. *Trop. Grasslands*, 32(2): 96-104.
- Kretschmer A. 1989. Tropical forage legume development, diversity, and methodology for determining persistence. *En* Marten G., A. Matches, R. Barnes, R. Brougham, R. Clements y G. Sheath. (Eds.) *Persistence of Forage Legumes*. ASA, CSSA y SSSA. Madison, WI. pp. 117 -138.
- Machado D. y C. Dávila. 1998. Efectos de la fertilización con N, P y K y el microclima, en la asociación de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo pastoreo rotativo. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 15(1): 38-58.
- Mullen B., I. Rika, D. Kaligis y W. Stur. 1997. Performance of grass-legume pastures under coconuts in Indonesia. *Aust. J. Exp. Agri.*, 33(4): 409-423.
- Santos D., J. Pinto, J. Siquiera, A. Morais, N. Curi y A. Evangelista. 2001. Response to phosphorus, mycorrhizal and nitrogen of Brachiaria and forage peanut intercropped. 1. Production of dry matter of aerial part and root. *Ciencia e Agrotecnología*, 25(5):1206-1215.
- SAS (Statistical Analysis System). 1982. SAS User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC. 494 p.
- Urbano D. 1990. Estudio de la fertilización en el rendimiento y calidad de la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum* x *Medicago sativa*). Trabajo Tesis de Maestría. Postgrado de Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 236 p.
- Urbano D. y C. Dávila. 1995. Efecto de la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum* - *Medicago sativa*) sobre la producción de leche. *Rev. Arg. Producción Animal*, 15(1): 314-317.
- Vallis I. 1978. Nitrogen relationships in grass/legume mixtures. *En* Wilson J.R. (Ed) *Plant Relations in Pastures*. CSIRO. Melbourne. pp. 190-201.

## Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras del género *Albizia*

Danny E. García<sup>1\*</sup> y María G. Medina<sup>2</sup>

### RESUMEN

En la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" de Cuba se llevó a cabo una investigación con un diseño totalmente aleatorizado y cinco réplicas por especie para determinar el perfil antinutricional de especies del género *Albizia* (*A. berteriana*, *A. caribaea*, *A. cubana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lebbeck*, *A. lucida*, *A. procera*, *A. saman*, *A. semana* y *A. odoratissima*). Mediante el tamizaje fitoquímico se investigó la presencia de quince grupos de metabolitos secundarios de los cuales se detectaron, en todas las especies, los fenoles (FT), flavonoides (Flav), taninos que precipitan las proteínas (TPP), taninos condensados (TC), esteroides (Est) y terpenoides (Terp), saponinas (Sap), compuestos amargos (Amg), alcaloides (Alc) y fitohemoaglutininas (FHg) con presencia cuantiosa, notable o leve. Los niveles de FT en las especies no presentaron fluctuaciones apreciables, a excepción de *A. falcata* (5,75% MS). Las concentraciones de TPP fueron diferenciadas entre las especies y el contenido máximo lo presentó *A. cubana* (4,42% MS). Los TC oscilaron entre 2,39 y 6,57% MS y las mayores concentraciones correspondieron a *A. berteriana*, *A. cubana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lucida* y *A. odoratissima*. Las cantidades de Alc no presentaron diferencias entre plantas y los valores oscilaron entre 0,14 y 0,61% MS. La mayor abundancia de Sap se observó en *A. procera*, *A. caribaea*, *A. saman* y *A. odoratissima*, mientras que los valores máximos de nitratos se encontraron en *A. falcata*, *A. berteriana*, *A. cubana* y *A. lebbeck*. Se concluye que las especies *A. berteriana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lucida*, *A. odoratissima*, *A. procera*, *A. caribaea*, *A. cubana* y *A. saman* contienen niveles considerables de polifenoles y/o Sap que pudieran traer consigo problemas digestivos en

<sup>1</sup> Laboratorio de Evaluación de Alimentos, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Central España Republicana, Perico, Matanzas, Cuba. CP 44 280. \*Correo electrónico: danny.garcia@indio.atenas.inf.cu

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, estado Trujillo, Venezuela.

latitud Norte y 81° 2' de longitud Oeste, a 19 msnm, en el municipio de Perico, Provincia de Matanzas, Cuba, donde todas las especies se encontraban en estado vegetativo.

El suelo donde se llevó a cabo la investigación presentó topografía plana y se clasifica como suelo ferralítico rojo lixiviado, según Hernández (1999).

### Recolección y preparación de muestras

Las muestras de biomasa comestible (hojas y tallos tiernos de 160 días de edad), provenientes de cinco plantas por especie, fueron colectadas en el mes de marzo (período poco lluvioso) de 2004 a partir de una plantación de *Albizia* manejada con cortes periódicos a 1 m sobre el nivel del suelo. La totalidad del material se llevó de forma inmediata al Laboratorio de Evaluación de Alimentos y fueron secadas a temperatura ambiente, en un local ventilado y oscuro por espacio de 12 días. Posteriormente fueron molidas hasta un tamaño de partícula de 1 mm y se almacenaron en frascos ámbar hasta el momento del análisis.

### Tamizaje fitoquímico

Se utilizó el procedimiento descrito por García (2003). En esencia, el extracto crudo fue fraccionado mediante la utilización de mezclas de solventes selectivos (cloroformo, éter de petróleo, HCl (1%), cloroformo:etanol (3:2), cloroformo saturado con sulfato de sodio anhidro, H<sub>2</sub>O) para la obtención de seis fracciones análogas, a las cuales se le aplicaron las pruebas cualitativas para la detección de cada grupo de compuestos.

Se investigó la presencia de fenoles (FT), flavonoides (Flav), cumarinas, quinonas, taninos que precipitan proteína (TPP), taninos condensados (TC), grupos alfa-aminos, cardiotónicos, esteroides (Est), terpenos (Terp), saponinas (Sap), mucilagos, compuestos amargos (Amg) y alcaloides (Alc). La detección de fitohemoaglutininas (FHg) se realizó por la metodología descrita por Mázquiz (1986), utilizando suero fisiológico (0,9% p/v de NaCl en agua), tampón de fosfato (PBS Dudelco pH 7,3 esterilizado en autoclave), solución de Alsever y glóbulos rojos de conejo.

Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema no paramétrico de cruces para especificar la presencia o ausencia de los

metabolitos en los tratamientos. En todos los análisis se siguieron los criterios de presencia cuantiosa +++, presencia notable ++, presencia leve +.

La estimación cualitativa de los contenidos de Sap se realizó sobre la escala establecida por Galindo *et al.* (1989).

Las lecturas correspondientes a los métodos colorimétricos fueron realizadas en un espectrofotómetro U/V Ultrospec-2000 de doble haz, con cubetas de cuarzo. La cuantificación de FT se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu (Makkar, 2003), los TPP con el empleo de la Albúmina de suero bovino (Makkar *et al.*, 1988), los TC basados en el ensayo de nButanol/HCl/Fe<sup>3+</sup> (Porter *et al.*, 1986), los Alc mediante titulación ácida (Sotelo *et al.*, 1996), las Sap por la metodología de Vainillina/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Hiai *et al.*, 1976) y los NO<sub>3</sub><sup>-</sup> por el método colorimétrico descrito por Lazcano y González (2000). Los porcentajes de taninos con capacidad precipitante (PTCP) se obtuvieron dividiendo los valores de TC entre las concentraciones de TPP.

### Diseño experimental y análisis estadísticos

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con cinco réplicas y la especie fue el único factor que se tuvo en consideración. Para el procesamiento de la información se empleó el paquete estadístico SPSS versión 10.0. A los datos se le realizó ANOVA usando la dócima de comparación de Student-Newman-Keuls y las medias fueron comparadas para P<0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis cualitativo

De los 15 grupos de metabolitos secundarios investigados mediante la utilización de las pruebas del tamizaje fitoquímico sólo se detectaron, en diferentes escalas, los FT, Flav, TPP, TC, Est, Terp, Sap, Amg, Alc y FHg (Cuadro 1). Estos son grupos químicos que presentan probada actividad biológica por su acción detrimental en los sistemas digestivo y nervioso, pero que a su vez, en el caso de algunos compuestos, pueden ocasionar efectos beneficiosos a la salud animal en dependencia de su estructura y acción específica (García, 2004a).

Con relación a las agrupaciones químicas que no se detectaron se debe señalar que la ausencia de cumarinas, quinonas, grupos alfa-aminos, mucilagos y cardiotónicos es muy positiva, ya que clásicamente ocasionan trastornos nutricionales, parálisis o aceleración del ritmo cardíaco, desbalance electroquímico en las reacciones de oxidación-reducción de los sistemas enzimáticos, poca palatabilidad, anorexia y botulismo cuando sus concentraciones en la biomasa comestible son apreciables (García, 2004; Baldizán, 2004).

Los resultados sobre la ausencia de aminoácidos no proteicos (prueba de alfa-aminos) difieren de lo informado en investigaciones fitoquímicas realizadas en las semillas de especies de *Albizia* en las cuales se ha descrito la presencia de Albizina (compuesto con características deletéreas). Este comportamiento quizás se debe a que los aminoácidos secundarios en las leguminosas son sintetizados específicamente en los frutos como estrategia de control frente al ataque de insectos, siendo un mecanismo para garantizar la propagación por vía sexual de la especie.

Cuadro 1. Grupos de metabolitos secundarios presentes en la biomasa comestible de especies de *Albizia*

Especie	Grupos de metabolitos									
	F†§	Flav	TPP	TC	Est	Terp	Sap†	Amg	Alc	FHg
<i>A. berteriana</i>	+++	+	+++	+++	++	+	M	++	+++	+
<i>A. caribaea</i>	++	+	+	+	++	+	A	+++	+++	++
<i>A. cubana</i>	++	++	+++	+++	+	+	B	+	+	++
<i>A. falcata</i>	+++	+	+	+++	++	+	M	++	+	+
<i>A. kalkora</i>	++	+	+	+++	+	+	M	++	++	+
<i>A. lebbeck</i>	++	++	+	+	++	++	B	+++	++	+
<i>A. lucida</i>	++	+	++	+++	+	++	M	++	++	+
<i>A. procera</i>	++	++	+++	++	++	+++	A	+++	++	++
<i>A. saman</i>	++	+	+	+	++	++	A	+	+	++
<i>A. semana</i>	++	++	+	+	++	++	B	++	++	+
<i>A. odoratissima</i>	++	+	++	+++	+	+	A	++	+	++

†+: presencia leve. ++: presencia notable. +++: presencia cuantiosa

‡ A: contenido abundante (>14 mm de espuma). M: contenido moderado (10-14 mm de espuma) contenido bajo (<10 mm de espuma)

§ F: fenoles. Flav: flavonoides. TPP: taninos que precipitan las proteínas. TC: taninos condensados. Est: esteroides. Terp: terpenoides. Sap: saponinas. Amg: principios amargos. Alc: alcaloides. F: fitohemoaglutininas

En el caso particular de los FT, los ensayos individuales se caracterizaron por presentar una coloración negra, la cual es un indicador descriptivo de la amplia diversidad de estructuras hidroxiladas presentes en la

fracción comestible. La presencia de metabolitos fenólicos en plantas de interés agrícola ha sido reportada por muchos autores debido, fundamentalmente, a que los mismos se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, citados particularmente en el caso de *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus*, *Acacia cyanophylla*, *Macroptilium atropurpureum* y *Lablab purpureus* (García *et al.*, 2002).

La prueba cualitativa para la detección de Flav mostró una variabilidad marcada entre especies, resultados que coinciden con los obtenidos en otras plantas mediante rangos de variabilidades en escalas numéricas (García, 2003). Así mismo, detecciones similares se han realizado en *Gliricidia sepium*, *A. lebbeck* y leguminosas rastreras (Martínez *et al.*, 1996).

Las coloraciones que se observaron en el ensayo para la detección de TC variaron de rojizas hasta tonos marrones, indicativo de la presencia de monómeros de tipo proantocianidinas y catequinas. Estas unidades constituyen las estructuras básicas con mayor afinidad por las proteínas; quizás por ello se haya observado una relación positiva con el ensayo para la detección de TPP (Makkar, 2003).

La prueba de Lieberman y Burchard (Galindo *et al.*, 1989), para la detección de isoprenoides describió la presencia de mezclas de esteroides (tonos azules) y triterpenoides poliglicosilados (coloraciones verdes y amarillas). La presencia de beta-Sitosterol y Estigmasterol, metabolitos que producen estas tonalidades, han sido clásicamente relacionada con los procesos de activación del crecimiento vegetal y la biosíntesis de Sap esteroidales (C<sub>27</sub>) y triterpénicas (C<sub>30</sub>) con potencial tóxico (De Marcano y Hasegawa, 1991).

Particularmente, con relación a la presencia de Sap, los ensayos presentaron resultados con gran variabilidad entre las especies, con alturas relativas de la espuma entre 5 y 25 mm, equivalentes a contenidos variables (Galindo *et al.*, 1989). Asimismo, la presencia clásica de Sap en el fruto, la corteza, la raíz y los foliolos de especies del género *Albizia* ha sido reportada en estudios generales de quimiotaonomía comparada (García, 2003).

Por su parte, los Amg se detectaron cuantiosamente sólo en las especies que presentaron elevada cantidad de Sap, Terp y Est, ya que el sabor amargo está estrechamente relacionado con la presencia de estos metabolitos. Dichos resultados, desde el punto de vista integral, avizoran la baja calidad

organoléptica de la biomasa de *Albizia* para la alimentación de animales monogástricos.

La presencia de Alc se investigó mediante el empleo de tres reactivos de grupo y en todas las especies se detectaron sus estructuras, resultados que apoyan la hipótesis de que los compuestos alcaloides se encuentran presentes en la mayoría de las especies arbóreas. Estos metabolitos nitrogenados forman parte de los compuestos secundarios típicos de las dicotiledóneas y, de forma particular, en las leguminosas forrajeras del género *Erythrina* (Sotelo *et al.*, 1995).

Adicionalmente se detectaron FHg, compuestos que si bien no afectan, en todos los casos, la fisiología digestiva de los rumiantes; son uno de los grupos secundarios de mayor acción antinutricional en la alimentación animal (Grecco *et al.*, 2002). En sentido general, esta subfamilia química agrupa a Sap hemolíticas, proteínas globulares y péptidos complejos de naturaleza no inmune (denominados lectinas) que presentan afinidad marcada por determinados carbohidratos presentes en la pared celular de los eritrocitos (glóbulos rojos) (Liener, 1997). En ese sentido la actividad de estos compuestos en *A. lebbek* y *A. procera* ha sido también informada por Duke (1983).

Con relación a los metabolitos detectados, estos fueron comunes en todas las especies del género, lo cual denota el marcado componente genético que presenta el metabolismo secundario en las leguminosas, específicamente las plantas pertenecientes a cada subfamilia botánica. En este sentido algunos autores han establecido que la presencia de FT, Flav, TPP, TC y Est en Mimosoide pueden constituir marcadores cualitativos que se repiten, dentro del grupo taxonómico, de manera independientemente de la especie (Toral, 1998).

#### Análisis cuantitativo

El Cuadro 2 muestra las concentraciones de los metabolitos secundarios cuantificados. Los contenidos de FT no mostraron variaciones apreciables entre las especies, a excepción de *A. falcata* cuya concentración fue de 5,75% MS. Los niveles en el resto de las arbóreas evaluadas oscilaron entre 2,05 y 4,13% MS sin diferencias significativas entre sí ( $P < 0,05$ ). Estos rangos de FT son ligeramente superiores a los informados en leguminosas tales como *Centrosema* sp., *Arachi pinto*, *Cratylia argentea* y *Erythrina* sp. (Valerio, 1994); pero coinciden con los contenidos de las plantas arbóreas y arbustivas de climas templados (Makkar, 2003).

No obstante, el conjunto de resultados recopilados por diferentes investigaciones en la cuantificación de FT por métodos comunes de análisis químico en las leguminosas denotan variaciones numéricas ocasionadas, entre otros factores, por los disímiles procedimientos analíticos (Folin-Dennis, Folin-Ciocalteu, Yb(OAc)<sub>3</sub>, PVPP), los diferentes estados de madurez de la biomasa y las ubicaciones geográficas en que se han desarrollado las plantas evaluadas. Motivos por los cuales, en muchas ocasiones, se hace imposible realizar comparaciones numéricas precisas entre especies con características similares.

Al compararlas con otras fuentes tropicales, los resultados sitúan a las especies evaluadas como plantas cuyos contenidos de FT son similares a los niveles cuantificados en las principales leguminosas arbóreas empleadas para la producción animal en el Caribe (García, 2003). No obstante, sus concentraciones son inferiores a la exhibida por algunas de las especies de los géneros *Acacia* y *Calliandra*, las que presentan niveles de FT superiores a 8 y 6% MS, respectivamente (Ahn *et al.*, 1997; Abdulrazak *et al.*, 2000).

En el caso particular de *A. lebbek* los valores de FT encontrados coinciden, en buena medida, con los obtenidos en otras condiciones de temperatura ambiental y tipo de suelo (Pinto *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Niveles de metabolitos secundarios en la biomasa comestible de especies de *Albizia*

Especie	Metabolitos (%BS)						
	FT†§	TPP	TC	PTCP	Alc	Sap	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
<i>A. berteriana</i>	4,13b	3,32b	6,43a	51,63c	0,54	2,09bc	1,23ab
<i>A. caribaea</i>	2,41b	0,68e	2,73b	24,91e	0,47	3,53a	0,10b
<i>A. cubana</i>	2,89b	4,42a	6,07a	72,82b	0,24	1,54c	1,10ab
<i>A. falcata</i>	5,75a	2,61bc	6,57a	39,73d	0,38	2,12bc	1,53a
<i>A. kalkora</i>	3,06b	2,03c	6,00a	33,83d	0,46	2,24b	0,23b
<i>A. lebbek</i>	2,05b	0,55e	2,45b	22,45e	0,61	1,48c	1,13ab
<i>A. lucida</i>	3,26b	2,72bc	5,43a	50,09c	0,42	2,11bc	0,20b
<i>A. procera</i>	2,64b	3,00bc	2,48b	120,97a	0,43	3,71a	0,70b
<i>A. saman</i>	2,33b	0,70e	2,43b	28,81e	0,14	3,80a	0,80b
<i>A. semani</i>	2,68b	0,93e	2,39b	38,91d	0,32	1,53c	1,20ab
<i>A. odoratissima</i>	3,84b	1,71d	6,32a	27,06e	0,35	3,89a	0,13b
Ec	0,31*	0,23*	0,35*	10*	0,30	0,15*	0,10*

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

§ FT: polifenoles totales, TPP: taninos que precipitan las proteínas, TC: taninos condensados, PTCP: proporción de TC con propiedades precipitantes, Alc: alcaloides, Sap: saponinas NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitratos

Los TPP oscilaron entre 0,68 y 4,42% MS con una variabilidad marcada entre las especies. *A. cubana* mostró el mayor valor, el cual a su vez difirió sustancialmente con el contenido encontrado en *A. berteriana*. Un tercer grupo, estadísticamente homogéneo en cuanto a este indicador, lo conformaron las especies *A. procera*, *A. lucida*, *A. falcata* y *A. kalkora* seguido por *A. odoratissima* y por último la agrupación integrada por *A. saman*, *A. caribaea* y *A. lebbeck*, especies con los menores contenidos de esos metabolitos.

La gran diferencia interespecífica entre los valores se debe a que los taninos de las especies analizadas, evidentemente presentan características físico-químicas diferentes que los hacen tener características singulares en cuanto a la precipitación de proteínas. Este factor está relacionado directamente con los grados de polimerización de las cadenas de Flav que forman su estructura primaria, los tipos de monómeros presentes (catequinas, cianidinas, delfinidinas), el tipo de tanino específico, su disposición espacial; así como las posibles fuerzas hidrofóbicas y los puentes de hidrógenos que se crean en la interacción polifenol-proteína (Mueller-Harvey, 2001).

Desde el punto de vista nutricional, este indicador tiene gran importancia, ya que a medida que las concentraciones de los taninos con estas características sean mayores, aumenta la posibilidad de formación de proteína sobrepasante (by pass) en el rumen; lo cual se traduce en una mayor respuesta animal siempre que los contenidos de polifenoles se mantengan entre 2 y 4% MS; límite establecido en rumiantes en el cual no afectan el buen funcionamiento ruminal (Makkar, 2003).

Los TC se encontraron en un rango de 2,39 a 6,57% MS valores que coinciden, de manera general, con las cantidades informadas en la fracción comestible de algunas leguminosas típicas. Las especies *A. berteriana*, *A. cubana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lucida* y *A. odoratissima* exhibieron las concentraciones más elevadas, mientras que *A. caribaea*, *A. lebbeck*, *A. procera*, *A. semani* y *A. saman* presentaron niveles inferiores a 2,80% MS. Las concentraciones de TC en las especies, cuyos niveles fueron superiores al 4,0% MS, se encuentran en el límite crítico, en el cual los polifenoles condensados producen efectos beneficiosos en la alimentación de los rumiantes (Aerts *et al.*, 1999). Sin embargo, en todos los casos, los contenidos de TC cuantificados en esta investigación se encuentran por encima de las dosis de inclusión permisibles para la alimentación de los animales monogástricos (Mueller-Harvey y Mc Allan, 1992).

La PTCP, como indicador relativo de astringencia, también mostró diferencias sustanciales entre especies. *A. procera* presentó una relación significativamente superior al resto de las plantas (120,97%), lo que indica que todos los TC presentes precipitan proteínas y que además, otros compuestos de polaridades semejantes a los taninos también lo hacen. Esta singular relación de astringencia quizás sea una de las causas de la baja aceptabilidad y ganancia de bovinos jóvenes alimentados en sistemas silvopastoriles con este árbol (Simón, 1999).

En la especie *A. cubana* el 72,82% de los TC tienen capacidad precipitante, relación que a su vez difirió estadísticamente con el porcentaje encontrado en *A. lucida* (50,09%). El resto de las especies estudiadas mostraron relaciones inferiores al 40%, por lo que estos resultados nos permiten considerar que, a los 160 días de rebrote, los TC presentes en *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. caribaea*, *A. saman*, *A. odoratissima* y *A. lebbeck* presentan baja capacidad de precipitar unidades proteicas; quizás por tener una mayor glicosidación en los grupos hidroxilos (-OH) y/o un peso molecular superior que imposibilita la interacción específica del tanino con las macromoléculas proteicas (Mueller-Harvey, 2001).

Por otra parte, los niveles de Alc encontrados son bajos si se comparan con los hallados en otras leguminosas en cuantificaciones realizadas por el mismo método de análisis (Sotelo *et al.*, 1995). Asimismo, los compuestos alcaloidales no mostraron diferencias significativas entre las especies y los valores fluctuaron entre 0,14 y 0,61% MS, concentraciones que no deben afectar, según algunos resultados de actividad biológica, el consumo de estas plantas por las especies poligástricas (García, 2003).

Las concentraciones de Sap mostraron diferencias marcadas entre las especies (1,48-3,89% MS). En este sentido, *A. procera*, *A. caribaea*, *A. saman* y *A. odoratissima* presentaron gran abundancia de estos metabolitos. Estas concentraciones se consideran elevadas si se comparan con las encontradas en las semillas de algunas leguminosas forrajeras del género *Vicia* e inferiores a las reportadas en la harina de la soya (Makkar, 2003). Por su parte *A. kalkora* presentó un contenido moderado y *A. cubana*, *A. falcata*, *A. lebbeck*, *A. berteriana*, *A. lucida* y *A. semani* exhibieron niveles relativamente bajos. Teniendo en cuenta que las Sap, en sentido general, son compuestos inhibidores del consumo, presentan propiedades espumantes, defaunantes y constituyen fuertes interferencias en la absorción intestinal; las especies de mayores concentraciones deben ser manejadas con cuidado en los sistemas de alimentación donde sean contempladas para evitar trastornos en el metabolismo digestivo de los animales. No obstante, se necesitan realizar

mediciones de otros indicadores que describan sus propiedades biológicas tales como la actividad hemolítica específica y el patrón de aglutinación para poder determinar su efecto directo en la fisiología digestiva.

Las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$  fueron inferiores al 1,53% MS, contenido que por experiencias prácticas con otras fuentes de alimento, no ha demostrado ser tóxico para los poligástricos debido a los procesos de detoxificación microbiano y su reducción a  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NH}_3$ . En cambio, los animales con estómago simple pueden verse severamente afectados con niveles superiores al 1,3% MS (Lezcano y González, 2000).

### Consideraciones finales

En sentido global, los grupos de metabolitos secundarios que presentaron la mayor variabilidad entre las especies fueron los componentes de la fracción polifenólica (TPP, TC, PTCP) y las Sap, ambos relacionados negativamente con el consumo voluntario y la aceptabilidad de los forrajes (García, 2004b). Considerando estas características, las concentraciones de los factores anticualitativos constituyen criterios de vital importancia para que las especies sean agrupadas según sus características distintivas dentro del género.

Teniendo en cuenta las concentraciones de los metabolitos secundarios de mayor relevancia, las especies del género *Albizia* evaluadas pueden ser divididas en tres agrupaciones con particularidades notables. En ese sentido, las especies *A. berteriana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lucida*, *A. odoratissima* y *A. procera* contienen los mayores niveles de polifenoles y Sap. *A. caribaea*, *A. cubana* y *A. saman* presentan contenidos contrastantes de ambos grupos de compuestos y *A. lebeck* y *A. semani* son las plantas que presentan las menores concentraciones de polifenoles, taninos y Sap.

Asumiendo que más del 50% de las especies evaluadas presentaron concentraciones elevadas de factores potencialmente antinutricionales, estos metabolitos quizás constituyan mecanismos de defensas de las plantas contra los animales herbívoros y los patógenos foliares o también pudieran estar relacionados con funciones específicas en las rutas biosintéticas del metabolismo secundario.

Por otra parte, los resultados obtenidos, con respecto a los niveles de taninos y Sap, están relacionadas con pruebas de aceptabilidad realizadas con bovinos en desarrollo en las mismas condiciones experimentales de esta investigación (Toral y Simón, 2001), lo que sugiere que estos bioactivos

químicos constituyen agentes disuasivos del consumo voluntario cuando sus concentraciones sobrepasan el umbral de aceptabilidad en los rumiantes.

En estas evaluaciones, *A. lebeck* especie con los menores niveles de tóxicos, fue ampliamente ramoneada en todo el período experimental, mientras que los dos grupos de plantas restantes (con características similares en cuanto a las concentraciones de taninos y Sap) fueron poco consumidas por los animales en pastoreo libre.

Esta investigación, sin dudas, ayuda a la comprensión de la interacción planta-animal en las modalidades de los sistemas silvopastoriles que incorporen especies del género *Albizia* y a su vez, aporta información imprescindible a la caracterización fitoquímica para establecer manejos adecuados en los sistemas de alimentación basados en estas leguminosas arbóreas.

### CONCLUSIONES

- La biomasa comestible de las especies *A. berteriana*, *A. caribaea*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lebeck*, *A. lucida*, *A. procera*, *A. saman*, *A. semani* y *A. odoratissima* contiene FT, Flav, TPP, TC, Est, Terp, Sap, Amg, Alc y FHg.
- Las especies *A. berteriana*, *A. falcata*, *A. kalkora*, *A. lucida*, *A. odoratissima*, *A. procera*, *A. caribaea*, *A. cubana* y *A. saman* presentan niveles de polifenoles y Sap que pueden afectar su palatabilidad, así como su aprovechamiento digestivo
- Entre las especies estudiadas *A. lebeck* y *A. semani* constituyen las mejores fuentes de alimento debido a sus bajos contenidos de metabolitos secundarios en la fracción comestible.

### RECOMENDACIONES

Profundizar en investigaciones de fisiología digestiva para dilucidar los mecanismos de acción de los taninos y las Sap presentes en las especies de *Albizia*, además de realizar estudios de conservación del follaje en forma de harinas y ensilajes para atenuar la problemática relacionada con la presencia de estos compuestos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdulrazak S.S., T. Fujihara, J.K. Ondiek y E.R. Ørskov. 2000. Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenya. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 85:89-98.
- Ahn J., R. Elliott y B. Norton. 1997. Oven drying improves the nutritional value of *Calliandra calothyrsus* and *Gliricidia sepium* as supplements for sheep given low. *J. Sci. Agric.*, 75:503-510.
- Aerts R.J., T.N. Barry y W.C. McNabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosys. Environ.*, 75:1-12.
- Baldizán A. 2004. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Tesis de grado. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Comisión de Estudios de Postgrado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 288 pp.
- De Marcano D. y M. Hasegawa. 1991. Fitoquímica Orgánica. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, Venezuela 451 pp.
- Duke J. A. 1983. Handbook of Energy Crops. *Albizia procera* Disponible en: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Albizia\\_procera.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Albizia_procera.html) (Consultada el 2 -05- 2005).
- Francisco A. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbek* I. Hojas y tallos tiernos. *Pastos y Forrajes*, 26:125-128.
- Galindo W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. *Livestock Res. Rural Develop.*, 1(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd1/1/mauricio.htm>
- García D.E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis de Maestría, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba. 97 pp.

- García D.E., F. Ojeda y G. Pérez. 2002. Comportamiento fitoquímico de cuatro variedades de *Morus alba* en suelo ferralítico rojo con fertilización. Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García D.E. 2004a. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación. *Pastos y Forrajes*, 27:101-116.
- García D.E. 2004b. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales. *Pastos y Forrajes*, 27:1-12.
- Grecco F.B., A.F. Dantas, F. Riet-Correas, C.G. Leite y J.B. Raposo. 2002. Cattle intoxication from *Enterolobium contortisiliquum* pods. *Vet. Hum. Toxicol.*, 44:160-164.
- Hernández A. 1999. Clasificación genérica de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 64 p.
- Hiai S., H. Oura y T. Nakajima. 1976. Color reaction of some sapogenins and saponins with vanillin and sulfuric acid. *Planta Medica*, 29:116-121.
- Lezcano S.Q. y R. González. 2000. Metodología para la evaluación de alimentos de consumo animal. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 93p.
- Liener I.E. 1997. Plant lectins. Properties, nutritional significance and function. *En* ACH (Ed) *Antinutrients and Phytochemicals in Food*. American Chemical Society, USA. p. 31
- Makkar H.P.S. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual. Kluwer Academic, Netherlands. 102p.
- Makkar H.P.S., R.K. Dawra y B. Singh. 1988. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *J. Agric. Food Chem.*, 36:523-525.
- Mázquiz M. 1986. Factores antinutricionales y tóxicos que afectan la utilización de las semillas de *Lupinus hispanicus* (Boiss of Reut)

para su uso alimentario. Tesis de grado. Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Complutense, Madrid. España 330 pp.

- Martínez S.J., Y. Hernández y R. Guevara. 1996. Determinación cuantitativa de algunos factores antinutritivos en cinco leguminosas tropicales. Resúmenes Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 121 pp.
- Matías C. 1999. Efecto de la frecuencia de poda y el marco de siembra en la producción y calidad de la semilla de *Albizia lebbek*. Pastos y Forrajes, 22:245-252.
- Mueller-Harvey I. y A.B. Mc Allan. 1992. Tannins. Their biochemistry and nutritional properties. En Mueller-Harvey I. (Ed.) Advances in plant cell biochemistry and biotechnology. Morrison, Londres. pp. 151-159.
- Mueller-Harvey I. 2001. Analysis of hydrolysable tannins. Anim. Feed Sci. Technol., 91:3-16.
- Pinto R., I. Ramírez, J.C. Kú-Vera y L. Ortega. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes, 25:171-179.
- Porter L.J., I.N. Hrstich y B.G. Chang. 1986. The conversión of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochem., 25:223-227.
- Simón L. 1998. Del monocultivo de pastos al silvopastoreo. La experiencia de la EEPF IH. En Simón L. (Ed.). Los árboles en la Ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 9p.
- Simón L. 1999. Comportamiento del piñón florido (*Gliricidia sepium*) comparado con el algarrobo de olor (*Albizia procera*) en dos sistemas silvopastoriles. Pastos y Forrajes, 22: 365-369.
- Sotelo A., E. Contrera y S. Flores. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. Plant Food, 47:115-121.

- Sotelo A., M. Soto y B. Lucas. 1996. Comparative studies of the alkaloids composition of two Mexican *Erythrina* species and nutritive value of the detoxified seeds. J. Agric. Food Chem., 41: 2340-2346.
- Toral O. 1998. Familiarización del germoplasma arbóreo forrajero existente. En Simón L (Ed.). Diplomado en Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 500p.
- Toral O. y Simón L. 2001. Aceptabilidad relativa de especies arbóreas forrajeras de los géneros *Leucaena* y *Albizia*. Pastos y Forrajes, 24:209-216.
- Valerio S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Agroforestería en las América, 1(3): 10-13.

## Efecto de la fertilización fosfórica y cálcica sobre el crecimiento, producción de biomasa y proteína cruda en *Albizia lebeck* cultivada en condiciones de sabana

Luis Navarro D\* y Anibal Torres

### RESUMEN

Se estudio el efecto de tres dosis de Ca (0, 300 y 600 kg/ha de CaO) y tres de P (0, 40 y 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), sobre el crecimiento y producción de materia seca (MS) y de proteína cruda foliar (PCF) de *Albizia lebeck*, en un suelo arenoso de la Mesa de Guanipa, utilizándose un diseño de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La densidad fue de 2.500 plantas/ha. Entre el trasplante y los 14 meses, se evaluó la dinámica de crecimiento y luego de un corte de uniformidad a 80 cm del suelo, la producción de MS cada 8 semanas durante las épocas lluviosa y seca. Todas las plantas presentaron un solo tallo; 64% de ellas con bifurcación en dos o tres ramas después de los 95,8 cm. La altura promedio a los 14 meses que fue de 2,0 m no fue influenciada por el Ca, aunque si por el P ( $P \leq 0,001$ ), siendo mayor en las plantas fertilizadas con 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La producción de MS mostró efectos significativos del Ca ( $P \leq 0,003$ ), P ( $P \leq 0,0001$ ), épocas ( $P \leq 0,0001$ ) y la interacción Ca x época ( $P \leq 0,002$ ) y P x época ( $P \leq 0,02$ ); con valores promedios de 1.103 y de 392 kg/ha, para la lluviosa y seca, respectivamente, siendo influenciada por el Ca solo durante la época lluviosa y mayor en las plantas que recibieron la dosis de 600 kg/ha de CaO. La aplicación de P mostró diferencias significativas en ambas épocas; resultando mejor la dosis de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El contenido promedio de PCF fue 23,9% y la producción de 394 kg/ha.

---

\* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Anzoátegui. Apartado Postal 212. El Tigre, Anzoátegui, Venezuela. \*Correo-E: lnavarro@inia.gob.ve

*Palabras clave:* *Albizia lebbbeck*, leguminosa arbustiva, sabana, fósforo, calcio.

### Effect of phosphorus and calcium fertilization on growth, dry matter yield and protein contents of *Albizia lebbbeck* cultivated at savanna conditions

#### SUMMARY

It was evaluated the effect of three levels of Ca (0, 300, and 600 kg/ha de CaO) and three levels of P (0, 40, and 80 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) on plant growth, dry matter (DM) yield, and foliar crude protein (FCP) of *Albizia lebbbeck*, in an Oxisol of the Mesa de Guanipa, Venezuela, through a split plot design, with two factors and four repetitions. Population was 2500 plant/ha. Height and stem diameter was evaluated from transplant to 14 months. DM yield and FCP were evaluated for two years, during the rainy and dry seasons, after uniformity cut 80 cm above ground, when plants were 18 months old. The average height was 2.0 m, and it was influenced only by P effect ( $P \leq 0.001$ ), being 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/ha the best level. No significant differences were found for Ca and P effect on stem diameter, whose mean was 3.7 cm. DM yield showed significant effects of Ca ( $P \leq 0.003$ ), P ( $P \leq 0.0001$ ), seasons ( $P \leq 0.0001$ ), and the interaction Ca x season ( $P \leq 0.002$ ), and P x season ( $P \leq 0.02$ ). DM yield was 1103 and 392 kg/ha during the rainy and dry season, respectively. Significant differences for Ca effect on DM yield were found only for the rainy season, being the highest level of 600 kg/ha. However, P effect showed significant differences ( $P < 0.001$ ) in both seasons, and 80 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was the best level. FCP content and protein yield were 23.9% and 394 kg/ha, respectively.

*Keywords:* *Albizia lebbbeck*, leguminous shrub, savanna, phosphorus, calcium.

#### INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es la principal actividad agrícola que se desarrolla en las sabanas orientales de Venezuela. Este ecosistema está caracterizado por poseer suelos predominantemente arenosos, ácidos, y con bajas concentraciones de los elementos esenciales (Luque y Avilán, 1976) lo cual limita la producción y calidad de la vegetación nativa (San José, 1985) y

el establecimiento y la persistencia de las gramíneas introducidas, bajo regímenes inadecuados de manejo.

Una alternativa para el mejoramiento de la calidad de la oferta forrajera en esas condiciones es la incorporación de leguminosas arbustivas, que mediante un manejo apropiado, aporten la proteína indispensable para mejorar la alimentación de los rebaños y al mismo tiempo el consumo de las gramíneas nativas e introducidas, tal como se ha venido estudiando en México por Llamas y col. (2000), Maldonado y col. (2000) y en Cuba por Hernández y col. (2000) y Hernández y col. (2000), por Hernández y col. (2000a,b) en Colombia y por Dávila y col. (2000), Espinoza y col. (2001) y Urbano y col. (2000), entre otros, en Venezuela. Con este objetivo, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, en su sede del estado Anzoátegui, se ha venido evaluando diferentes especies de leguminosas arbustivas, en la búsqueda de aquellas con mayor adaptación y potencialidad forrajera, entre las cuales se estudia *Albizia lebbbeck*, que de acuerdo a las investigaciones realizadas por Hernández *et al.*, (2000a) en Cuba, constituye una especie forrajera a ser considerada en sistemas silvopastoriles. Debido a que esta leguminosa no ha sido estudiada en la región oriental de Venezuela, cuyos suelos son deficitarios en calcio y fósforo (Luque y Avilán, 1976) y al hecho conocido que las leguminosas demandan estos nutrientes, se planteó como objetivo de este trabajo evaluar la dinámica de crecimiento de esta leguminosa, la producción de materia seca y el contenido de proteína cruda en relación con la fertilización fosfórica y cálcica, durante las épocas lluviosa y seca.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre noviembre de 2001 y junio de 2004 en el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en el estado Anzoátegui, ubicado en la ciudad de El Tigre, entre las coordenadas 64°12'56" O y 8°5'54" N, a 267 msnm. Según los registros climáticos de la región, la precipitación anual promedio área es de 1.036,1 mm y temperatura media anual de 26,5°C con máxima de 32 y mínima de 21,1°C. El muestreo del suelo en el sitio experimental determinó una textura arenosa en los primeros 20 cm. y arenofrancosa, entre los 20 - 40 cm de profundidad, con pH de 5,1 y bajos contenidos de P (1,0 mg kg<sup>-1</sup>), K (22 mg kg<sup>-1</sup>), Ca (50 mg kg<sup>-1</sup>) y de Mg (20 mg kg<sup>-1</sup>).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, con cuatro repeticiones, donde la parcela principal correspondió a la dosis de calcio (0, 300 y 600

kg/ha de CaO) y la subparcelas a las dosis de fósforo (0, 40 y 80 kg/ha de  $P_2O_5$ ). Como fertilización base se utilizó 60 de K, 60 de Mg y 50 kg/ha de N, respectivamente. Este último elemento se aplicó en razón del bajo contenido de materia orgánica que es inferior a 1% y a que no se aplicó inoculo. Las plantas se mantuvieron en vivero durante los primeros 6 meses, siendo transplantadas al campo el 15/06/2002. Se utilizó una separación de 1 m entre plantas y de 4 m entre hileras, para una población de 2.500 plantas/ha. Entre el transplante y los 14 meses del cultivo, se evaluó la dinámica de crecimiento (altura de planta y diámetro del tallo). A la entrada la época lluviosa, cuando las plantas tenían 18 meses, se realizó un corte de uniformización a 80 cm de altura, luego se realizaron cortes cada 8 semanas durante las épocas lluviosa y seca, para evaluar la producción de materia seca del follaje, tomando 4 plantas por cada tratamiento y repetición. Se determinó el contenido de proteína cruda foliar durante primer año, mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 1980).

El análisis estadístico de los datos relacionados con la dinámica de crecimiento correspondió a un ANAVA para el factor Ca, con el factor P en parcelas divididas sobre el primero y épocas, mediante el programa estadístico SAS (SAS, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica de crecimiento

Todas las plantas presentaron un solo tallo y 64% de ellas con bifurcación en dos o tres ramas, después de los 95,8 cm. La altura promedio alcanzada durante la fase de vivero, que duró hasta los 6 meses, fue de 83,6 cm. Después del transplante y entre los meses de julio hasta mediados de octubre, que corresponde a la época de mayor precipitación en la región, las plantas mostraron un crecimiento acelerado (Figura 1), que luego disminuyó progresivamente. Entre febrero y mediados de junio del año siguiente no se observó crecimiento, ya que corresponde al periodo más crítico de la época seca en la región. La altura promedio de las plantas fue de 1,97 m a los 14 meses, con valores extremos de 1,52 y 2,55 m, encontrándose diferencias significativas a partir del segundo mes del transplante ( $P \leq 0,001$ ), solo por efecto del fósforo, cuya mejor dosis resultó ser 80 kg/ha de  $P_2O_5$  durante todo el periodo.

### Engrosamiento del tallo

El diámetro promedio del tallo, medido a 5 cm desde la superficie del suelo, al momento del transplante fue de 0,84 cm y de 3,7 cm a los 14

meses, no encontrándose diferencias significativas por efecto de los tratamientos con P y Ca. Entre el transplante y el final de la época lluviosa (16/10/02) cuando las plantas tenían 14 meses, el engrosamiento del tallo fue de 1,42 cm y entre esta fecha y el 16/02/03 fue de 1,43 cm. Las mediciones efectuadas entre el 16/02/03 hasta mediados de junio, que corresponde al periodo más crítico durante la época seca, demostraron que durante ese lapso no hubo crecimiento. El diámetro del tallo fue superior al determinado en esta especie por Gamboa *et al.* (2000) en un estudio realizado en Yucatán, México. Al finalizar el ensayo (mayo 2004), se midió el diámetro del tallo, encontrándose un promedio de 3,93 cm en las plantas sometidas a corte; mientras que en las plantas borduras (no cortadas) fue de 8,73 cm.

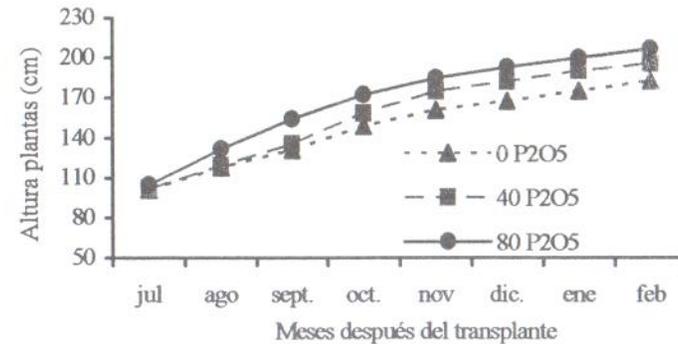


Figura 1. Variación de la altura de *Albizia lebbek* entre los 7 y 14 meses de su transplante, en función de la aplicación de tres dosis de fósforo.

### Rendimiento de materia seca

El análisis de varianza determinó efectos significativos del Ca ( $P \leq 0,003$ ), P ( $P \leq 0,0001$ ), épocas ( $P \leq 0,0001$ ) y la interacción Ca x época ( $P \leq 0,002$ ) y P x época ( $P \leq 0,02$ ).

La aplicación de calcio favoreció el rendimiento, encontrándose una producción de 814 kg MS/ha, cuando se fertilizó con 600 kg/ha de CaO, aunque estadísticamente no se observó diferencias respecto a la dosis de 300

kg/ha (Cuadro 1). Resultados similares fueron encontrados por Navarro *et al.* (2002) en *Cratylia argentea* con las dosis de 300 y 500 kg/ha de CaO.

En cuanto al fósforo, se observaron diferencias altamente significativas entre dosis ( $P \leq 0,001$ ), lográndose una mayor producción con la aplicación de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  (Cuadro 1). Al respecto, varios autores (Costa y Paulino, 1997; Quintero y Boschetti, 2005) han encontrado incrementos significativos en la producción de materia seca por efecto de la fertilización fosfórica en leguminosas.

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,001$ ) en el rendimiento, entre las épocas lluviosa y seca; siendo el promedio de 1.102,7 y de 392,1 kg/ha respectivamente, para un acumulado anual de 1.494,8 kg/ha/año (Cuadro 1). Estos valores son superiores a los reportados en Cuba, por Geraldine y Simón (2000), en plantas de *Albizia lebbbeck*, sembradas con una densidad de 10.000 plantas/ha y podadas cada 45, 90, 135 y 180 días. Igualmente, el rendimiento de MS en *Albizia lebbbeck* durante la época lluviosa resultó superior al de *Leucaena leucocephala* (678 kg/ha), similar al de *Gliricidia sepium* (1.178 kg/ha), pero inferior al de *Cratylia argentea* (2.189 kg/ha), reportados por Navarro *et al.* (2002), producto de un estudio realizado en condiciones edafoclimáticas similares, donde se probaron diferentes alturas y frecuencias de corte. Así mismo, en cuanto al rendimiento en la época seca, solo *Cratylia argentea* sembrada en similares condiciones y en hileras espaciadas 0,5 m entre plantas y 2,5 m entre hileras (Navarro *et al.*, 2002), superó los valores de producción de *Albizia lebbbeck* en este estudio.

Cuadro 1. Rendimiento de *Albizia lebbbeck* por épocas, según la dosis de CaO y de  $P_2O_5$ /ha. Años 2002 -2004

Época	Dosis de CaO			Dosis de $P_2O_5$			Promedio
	0	300	600	0	40	80	
		kg/ha			kg/ha		
Lluviosa	983,1b†	1.089,2ab	1.235,7a	928,3c	1.126,6b	1.253,2a	1.102,7a
Seca	400,1c	384,3c	391,5c	327,8f	384,2df	463,1d	391,9b
Promedio	691,8b	736,7ab	813,6a	628,1c	755,9b	858,2a	

† Valores con letras distintas en una misma columna y/o fila son diferentes ( $P < 0,05$ ).

El efecto significativo ( $P \leq 0,002$ ) de la interacción Ca x época estuvo asociado solo a la época lluviosa, siendo mayor en las plantas que recibieron la dosis de 600 kg/ha de CaO (Cuadro 2), lo que indica que a medida que se

aumentó la dosis de Ca, incrementó la producción de MS, lo que pudiera estar relacionado a una mayor absorción del Ca, facilitado por la mayor humedad del suelo en esta época. Esto sugiere la necesidad de aplicar cal, tanto para elevar el pH como para proveer Ca a la planta. Es conocido que el Ca facilita la absorción de otros elementos; más aún en el caso de las leguminosas, que demandan mayor cantidad de bases como Ca y Mg que las no leguminosas (IPP, 1988).

En el caso de la interacción P x época ( $P \leq 0,001$ ), se observó que a medida que la dosis de  $P_2O_5$  fue mayor, se incrementó el rendimiento de MS en ambas épocas, resultando la dosis de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  en un mayor rendimiento en la época lluviosa; aunque en la época seca, ésta no mostró diferencias estadísticas, respecto a la dosis de 40 kg/ha.

### Proteína cruda foliar

El contenido promedio de proteína cruda en el follaje muestreado cada 8 semanas fue de 23,98%, encontrándose diferencias significativas ( $P \leq 0,001$ ), por efecto de la aplicación del fósforo (Cuadro 2). Sin embargo, estadísticamente solo hubo diferencias entre la dosis 0 y la dosis de 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , cuyo valor fue de 25,1%. Estos contenidos son superiores al 20,73%, reportado por Montejo y col. (2004) en esta misma especie.

Cuadro 2. Efecto de la dosis de  $P_2O_5$  en el contenido de proteína cruda (PC) en el follaje de *Albizia lebbbeck*

Dosis de $P_2O_5$	PC foliar	Producción de PC foliar
kg/ha	%	kg/ha
0	23,1b†	311,1b
40	24,6ab	397,3ab
80	25,1a	473,7a

† Valores con letras distintas en la columna son diferentes ( $P < 0,05$ ).

La producción promedio de proteína foliar fue 394,3 kg/ha; encontrándose diferencias significativas ( $P \geq 0,05$ ), por efecto del fósforo, que resultó mayor cuando se aplicó 80 kg/ha de este elemento.

## CONCLUSIONES

- El rendimiento promedio de materia seca del follaje de *Albizia lebbek* fue de 1.103 y de 392 kg/ha durante las épocas lluviosa y seca, respectivamente.
- Aún cuando la aplicación de CaO no afectó significativamente el crecimiento, la dosis de 600 kg/ha de CaO y de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultaron en un mayor rendimiento de MS/ha y PCF/ha.
- Dado su alto contenido de PCF, es necesario la realización de otros estudios para avanzar en tecnologías que permitan incrementar la producción de MS/ha.
- *Albizia lebbek* es una alternativa a ser considerada para la implantación de sistemas silvopastoriles en la región. Sin embargo, se sugiere probar edades superiores a 2 años, luego de la siembra, para iniciar la cosecha de follaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 13<sup>ra</sup> ed., Arlington, VA.
- Dávila C., D. Urbano y R. Carroz. 2000. Experiencias y perspectivas con *Leucaena* en el sur del lago de Maracaibo. Memorias XL Aniversario de la Asociación de Ganaderos Alberto Adriani. El Vigía, Mérida. pp. 1-5.
- Costa N. de L. y V.T. Paulino. 1997. Effects of phosphorus fertilization on forage production, mineral and nodulation of *Acacia angustissima*. Forest, Farm & Community Tree Res. Rep., 2: 18-20.
- Espinoza F., C. Araque, L. León, H. Quintana y E. Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteínas sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en pastoreo con ovinos. Zootecnia Trop., 19(Supl. 1): 307-318.
- Gamboa M.A., H. Mendoza, A. Medina y F.S. Solorio. 2000. Evaluación agronómica y producción de forraje de cinco especies de árboles forrajeros en Yucatán. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical".

- Tomo I. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp 188-191.
- Geraldine F y L. Simón 2000. Frecuencias de defoliación en *Albizia lebbek* para un sistema sostenible de alimentación animal. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo I. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 185- 187.
- Hernández I., L. Simón y J. Benavides. 2000a. Utilización de *L. leucocephala*, *A. Lebbek* y *B. purpúrea* en sistemas silvopastoriles. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo II. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 284- 286.
- Hernández M., S. Sánchez y L. Simón. 2000b. Árboles leguminosos como alternativa de fertilización para caña forrajera. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo II. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 287- 289.
- Lascano C. y C. Plaza. 1990. Bancos de proteína y energíen sabanas de los llanos orientales de Colombia. Pasturas Trop., 12: 9.
- Llamas E., J.B. Castillo, C. Sandoval y F. Bautista. 2000. Producción y calidad químico nutricional del follaje de arbóreas en un suelo de cantera en Yucatán, México. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo I. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 128- 131.
- Luque O y L. Avilán. 1976. Clasificación con fines de fertilidad de los suelos de la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui. FONAIAP. Boletín Técnico N° 6. Maracay, Venezuela. 36 p.
- Maldonado M., D. Grande, E. Aranda y F. Pérez-Gil. 2000. Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo I. FAO – Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. pp. 135- 142.

- Montejo S.I., L. Ojeda y G. Pérez 2004. Estudio de la deshidratación de *Albizia lebbbeck*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, Matanzas. Cuba.
- Navarro L. y A. Torres. 2001. Evaluación de leguminosas arbustivas para su incorporación en sistemas silvopastoriles. Memorias del Taller Internacional Programa de Integración de la Agricultura y la Ganadería para el Desarrollo Sostenible de las Sabanas Suramericanas. Villavicencio, Colombia.
- Navarro L., T. Rodríguez e I. Rodríguez. 2002. Influencia del calcio, nitrógeno y del magnesio sobre la producción de *Cratylia argentea* en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Venezuela. Revista Científica LUZ, 12(Supl. 2): 534-538.
- PPI (Potash and Phosphate Institute). 1988. Soil Fertility Manual. Potash and Phosphate Institute. Ontario, Canada. 84 p.
- Quintero C.E y G. Boschetti. 2005. Manejo del fósforo en pasturas. Ministerio de Producción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.
- San José J.J. 1985. Ecología y manejo de los pastizales de *Trachypogon* en los llanos del Orinoco. ALPA, México. pp.27-56.
- SAS (Statistical Analysis System). 1998. SAS User's Guide. Versión 7. SAS Institute, Cary. NC.
- Urbano D., C. Dávila y P. Perdomo. 2000. Manejo del mataratón en el sur de lago de Maracaibo. Memorias del XL Aniversario de la Asociación de Ganaderos Alberto Adriani. El Vigía, Mérida. pp. 1-5.

## Cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo de sabana bien drenada, con tres sistemas de labranza, en una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*

Ramón Silva-Acuña<sup>1\*</sup>, Damelys Sanabria<sup>1</sup>, Miguelina Marcano<sup>1</sup>,  
Editor Rivas<sup>1</sup>, Renny Barrios<sup>1</sup> y Mariela Navas<sup>2</sup>

### RESUMEN

Durante tres años, en un suelo areno franco de sabana de Monagas se evaluó el uso de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola* y su influencia sobre propiedades físicas y químicas del suelo. Los tratamientos fueron: pasto sin roturar (SR), rastra convencional (RC) y un pase de rastra mas un pase de subsolado (R+S), distribuidos en bloques al azar, con tres repeticiones de 1.100 m<sup>2</sup> c/u. Se fertilizó al voleo, aplicando al inicio 400 kg de fosforita acidulada y tres meses después con 100 kg de urea y 100 kg de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por hectárea. Al segundo año se reabonó con urea, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub> a razón de 100, 100 y 50 kg/ha, respectivamente. Durante el mes de julio se cuantificó la producción de biomasa aérea de la pastura y en el suelo la disponibilidad de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaCO<sub>3</sub> y MgO; también se midió la acidez, compactación y humedad. La densidad radicular de la pastura se estimó a los 18 meses de iniciado el experimento. Se constató que la producción de biomasa aérea de *Brachiaria humidicola* se incrementó, independientemente del sistema de labranza utilizado. En los sistemas RC y

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas. San Agustín de la Pica, Vía Laguna Grande. Maturín, estado Monagas. Venezuela. \* Correo-E: rsilva@inia.gob.ve

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

R+S la producción fue mayor y se sostuvo en el tiempo. La compactación y humedad del suelo fueron afectadas solamente al inicio del experimento en los sistemas con labranza. Estos sistemas incidieron en la disponibilidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio con disminución en el tiempo, y sus mayores concentraciones estuvieron asociadas al estrato de 0 a 10 cm de profundidad.

*Palabras clave:* Pastura degradada, labranza, *Brachiaria humidicola*.

## SUMMARY

### Physical and chemistry properties changes of a well drained savanna soil, with three tillage systems, in a degraded pasture of *Brachiaria humidicola*

During three years, on a sandy loam soil, at Monagas savannas, it was evaluated the effect of tillage in the recovery of a degraded pasture of *Brachiaria humidicola* and its influence in the physical and chemistry properties of the soil. The treatments used were: pasture without tillage (WT), conventional harrow (CH), and one pass of harrow plus one pass of sub-soiling at 40 cm of deep (H+S), using a randomized block design, with three repetitions of 1100 m<sup>2</sup>. At the beginning of the experiment it was applied 400 kg of acidulated phosphate rock and three months later, 100 kg/ha of urea and 100 kg/ha of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> were applied. The second year it was applied urea, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and MgSO<sub>4</sub>, using 100, 100, and 50 kg/ha, respectively. It was measured the aerial biomass production, and the disponibility of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaCO<sub>3</sub>, and MgO. It was also measured soil acidity, compactation, and humidity. Root density of the pasture was measured at 18 months. It was observed that the aerial biomass production of *B. humidicola* was increased independently of the tillage system used. In the systems HC and H+S were obtained higher production and it was hold up through on time. In the system with tillage the humidity and soil compactation were only affected at the beginning of the experiment. These systems influenced the availability of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium with reduction through time, and their higher concentrations were associated to the stratum of 0 at 10 cm of depth.

*Keywords:* Degraded pasture, *Brachiaria humidicola*, tillage.

## INTRODUCCION

El problema de degradación y recuperación de pasturas en el trópico de América Latina ha sido ampliamente discutido con énfasis en *Brachiaria decumbens* y otras especies del mismo género. Las pasturas comerciales de *Brachiaria* suelen degradarse con el tiempo, de manera que su productividad disminuye y las malezas las invaden. No se conocen bien estos procesos de degradación, ni están adecuadamente descritos (Fisher y Kerridge, 1998). Kluthcouski (1995) reporta que entre el 25 a 5% de las pasturas mejoradas de América Tropical están establecidas sobre suelos degradados. Para disminuir los problemas de degradación de las pasturas se han realizado algunas observaciones sobre el efecto de asociaciones gramíneas-leguminosas, así como el efecto de la labranza con rastra para obtener aumento de productividad de las mismas; no obstante, tanto los pastizales puros como los asociados han sufrido degradación a través del tiempo, los cuales se caracterizan por baja producción de biomasa y alta incidencia de malezas (Sanabria *et al.*, 1995, Soares *et al.*, 1992).

Uno de los aspectos involucrados en la disminución de la productividad de los cultivos es la degradación de suelos (Pla, 1995; Márquez, 2001). La expansión e intensificación de la agricultura en todo el mundo, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales ha ocasionado la degradación del suelo debido al mal uso y manejo de la tierra. La compactación del suelo es uno de los procesos más ampliamente diseminado y dañino, con incrementos más rápidos en los sistemas de cultivos mecanizados (Márquez, 2001). Estos procesos afectan en mayor o menor extensión la capacidad de aireación y el intercambio gaseoso, la retención de agua, conductividad hidráulica, resistencia del suelo y la limitación mecánica al desarrollo de raíces. Indirectamente, también se afectan muchos procesos químicos y biológicos del suelo. Para cada cultivo, estado de crecimiento y régimen edafoclimático hay un nivel límite de compactación para alcanzar rendimientos máximos (Pla, 1995).

En el paisaje Mesa de los llanos orientales venezolanos, los suelos predominantes son de los órdenes Entisoles, Oxisoles y Ultisoles, de topografía plana. Las principales desventajas de estos suelos están relacionadas con la textura predominantemente arenosa en los horizontes superficiales; prevalencia de arcillas caoliníticas de baja actividad con bajo tenor de elementos esenciales como P, K, Ca y Mg. Son suelos de reacción ácida, con baja capacidad de retención de humedad, la cual disminuye la eficiencia de la fertilización por lixiviación de nutrientes, especialmente nitratos (MARN, 1997). Las características físicas de estos suelos y las

condiciones climáticas de la región han favorecido la mecanización de las actividades agrícolas, que por su uso excesivo han provocado la compactación del suelo, lo cual incide en poca penetración de las raíces (Maurya, 1986; de Freitas, 1995; Lugo 1995). En la búsqueda de soluciones alternativas para revertir este proceso, la labranza vertical ha sido suficiente para modificar la densidad aparente del suelo y de esta manera mejorar la producción de los cultivos (de Freitas, 1995; Márquez, 2001).

Bajo las anteriores premisas se diseñó la presente investigación con el propósito de seleccionar sistemas de labranza para la recuperación de pasturas degradadas, en las sabanas bien drenadas del estado Monagas.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación y características del área experimental

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

La condición inicial de la pastura antes del establecimiento del experimento era la siguiente: 20% de cobertura del pasto, altura 9,23 cm, 69% frecuencia de aparición y 0,0 g/m<sup>2</sup> de producción de biomasa área seca, determinada a los 10 cm del suelo y área del suelo desnuda de 52,2%. Las especies invasoras presentaron 25,7% de cobertura, 16,7 cm de altura, 100% de frecuencia de aparición, 4,22 para el índice de frecuencia/abundancia y 20,99 g/m<sup>2</sup> de producción de biomasa aérea en base seca. Según Spain y Gualdrón (1991) la condición antes señalada describe el alto nivel de degradación de la pastura.

### Tratamientos y diseño experimental

Los tres tratamientos evaluados fueron: suelo sin roturar, suelo con un pase de rastra y un pase de rastra para cortar el pasto y luego, un pase de

subsolado hasta 40 cm de profundidad. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y nueve unidades experimentales, con un área de 1.100 m<sup>2</sup> c/u. Para la variable producción de biomasa aérea los datos se analizaron por el diseño experimental de bloques al azar y las medias comparadas por la prueba de Tukey. Las variables densidad de raíces, resistencia a la penetración, contenido de humedad y disponibilidad de nutrientes en el suelo fueron analizadas de acuerdo al diseño experimental tipo factorial arreglado en bloques al azar con tres repeticiones, donde el factor 1 fue sistemas de labranza y el factor 2, la profundidad de muestreo.

### Fertilización de la pastura

De acuerdo al análisis del suelo, las recomendaciones de fertilización para pastos en la zona (Gilbert *et al.*, 1990), experiencias en sitios similares (Sanabria *et al.*, 2000) y necesidades del cultivo (Rao *et al.*, 1998) se decidió el esquema de fertilización a realizar. Al año de inicio (1997) se aplicó 400 kg de fosforita acidulada, incorporada con el pase de rastra en los tratamientos con roturación del suelo, y al voleo en el tratamiento sin labranza; 100 kg de urea y 100 kg de cloruro de potasio/ha, al voleo tres meses después de aplicado los tratamientos. Al segundo año (1999) se reabonó con urea, sulfato de potasio y sulfato de magnesio heptahidratado a razón de 100, 100 y 50 kg/ha, respectivamente.

### Evaluaciones

De acuerdo a las recomendaciones de Toledo (1991), las evaluaciones para medir sostenibilidad de una pastura se deben realizar una en cada período contrastantes del año en cuanto a factores climáticos. Durante los periodos de baja pluviosidad (abril), máxima pluviosidad (julio) y salida del periodo lluvioso (diciembre) se realizaron las evaluaciones. Las evaluaciones para cuantificar la producción de biomasa aérea en la pastura se realizó utilizando marcos metálicos de 0,25 m<sup>2</sup>, lanzados al azar hasta totalizar 10 submuestras por repetición, utilizando transectas. Las muestras de planta se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas para determinar peso seco y se promediaron los valores para cada repetición. Al año del establecimiento (julio/98), después de cada evaluación de la pastura durante los periodos señalados, se introdujeron diez unidades animales durante cuatro días, a fin de disminuir la disponibilidad de biomasa y estimar su efecto sobre la composición botánica de la misma. Al final del periodo seco se uniformizaba la pastura con un pase de rotativa.

La densidad de raíces se evaluó a los 18 meses de iniciado el experimento. Dentro de una calicata/repetición, se tomaron cuatro muestras

de suelo para cada tratamiento, por calicata y horizonte en los estratos de 0-10, 10-20 y 20-40 cm., de profundidad, con un cilindro de 85,09 cm<sup>3</sup>. Las muestras fueron lavadas, extraídas las raíces, secadas en estufa, pesadas y determinada su densidad aparente (peso seco de raíces/volumen del cilindro).

Tanto para los análisis químicos como para cuantificar la compactación y determinación del contenido gravimétrico de humedad, se tomaron el mismo número de submuestras en los estratos anteriormente señalados. A mediados del periodo lluvioso de cada año (julio), se tomaron 3 submuestras/repetición del suelo y se hizo una muestra compuesta para determinar la disponibilidad de fósforo y potasio por Bray N°1 (Bray y Kurtz, 1945), calcio y magnesio, (Morgan, 1941) y pH 1:25 con potenciómetro. Además, por medio de un penetrómetro de impacto de área base de cono de 0,90 cm<sup>2</sup> se realizaron evaluaciones de resistencia a la penetración a través del perfil del suelo. Se promediaron los valores por estrato en cada repetición para determinar la humedad y compactación.

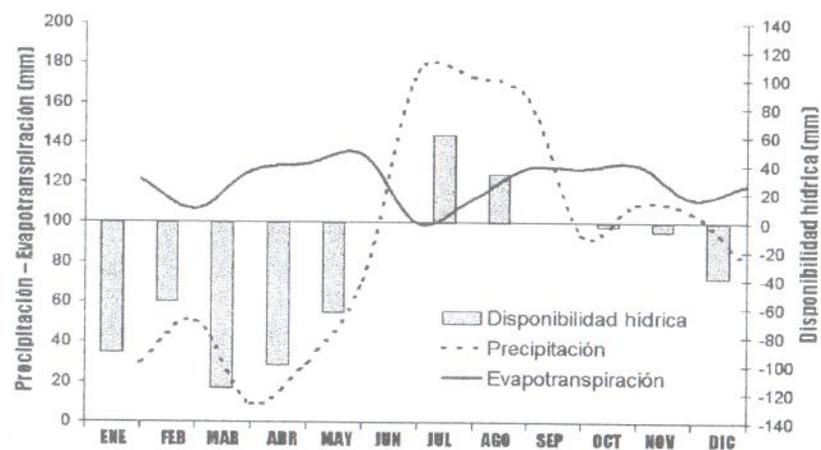


Figura 1. Disponibilidad hídrica de la zona bajo estudio. Estación meteorológica del Campo Experimental Santa Bárbara, adscrito al INIA. Promedio de cuatro años (1997-2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Recuperación de la pastura

La recuperación de la pastura se produjo más rápidamente en los tratamientos donde se realizó labranza, destacándose el hecho de que a un año después de aplicado los tratamientos la producción de biomasa aérea seca en el subsolado fue significativamente superior al resto de los tratamientos (Cuadro 1). Esta tendencia se mantuvo a lo largo de todo el periodo de evaluación y se sustenta sobre el hecho de una mejor distribución de raíces a través del perfil, ya que en el tratamiento sin labranza la mayor proporción de raíces tiende a concentrarse en el estrato de 0 a 10 cm, mientras que en los tratamientos con rastra+subsolado, hasta los 40 cm (Cuadro 2). Esta situación le permitió a la planta mayor exploración del volumen del suelo con sus consecuentes efectos sobre la nutrición y el desarrollo vegetativo (Yamada, 2002).

Durante la época de salida de lluvias (Diciembre) de 1998 y 1999, a uno y dos años, respectivamente de recuperación de la pastura, ocurrió la mayor producción de biomasa aérea del pasto, coincidiendo con lo señalado por Díaz *et al.* (2004). Para 1998 los niveles de materia seca fueron superiores en promedio a lo observado en diciembre de 1999. Esta respuesta es debida tanto al efecto inicial de los tratamientos de labranza sobre la disminución de la densidad y mejoramiento de la humedad (Cuadro 3) como a la fertilización realizada. La disminución de la producción en diciembre de 1999 se puede atribuir a la disminución de la disponibilidad de calcio en el suelo (Cuadro 4), que de acuerdo a Gilabert *et al.* (1990) se consideran bajos. Para la época seca (abril) la menor producción de biomasa correspondió para el año 1998, época en que la pastura estaba en fase de recuperación. En el año 1999, a pesar de ser los niveles de biomasa mayores a lo observado tanto para 1998 como para el 2000, nunca superaron a lo obtenido durante el final del periodo lluvioso. Durante el mes de julio, época de mayor precipitación, la variabilidad en la producción de biomasa fue menos acentuada en relación a las otras dos épocas de muestreo, posiblemente debido a que la pastura en esta época está en la fase de producción de semillas.

Cuadro 1. Producción de biomasa aérea seca ( $\text{g/m}^2$ ) de *Brachiaria humidicola* sometidas a tres sistemas de labranza para su recuperación en los tres años de evaluación.

Tratamientos	Época de muestreo								
	1997		1998		1999		2000		Jul.
	Dic.	Abr.	Jul.	Dic.	Abr.	Jul.	Dic.	Abr.	
Sin labranza	9,6b†	7,4	45,0b	61,9b	89,6	67,7	137,0	35,1	45,6b
Rastra	17,0ab	7,2	52,0b	258,2ab	76,6	65,4	162,5	40,2	65,6a
Subsolado	27,0a	8,4	97,8a	317,6a	85,3	77,0	176,9	45,4	60,5ab

† Valores con letras distintas en una columna difieren estadísticamente por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Cuadro 2. Comportamiento de la densidad de raíces de una pastura de *Brachiaria humidicola* a los dieciocho meses después de ser sometida a tres sistemas de labranza

Profundidad (cm)	Sistema de labranza		
	Sin labranza	Rastra	Subsolado
	$\text{g } 10^{-3}/\text{cm}$		
0-10	3,838a†	2,447b	2,180b
10-20	0,585b	1,930a	0,684b
20-40	0,520b	0,322c	0,806a

† Valores con letras distintas en una hilera difieren estadísticamente ( $P \leq 0,01$ ).

### Cambios en las propiedades del suelo

El Cuadro 3 resume el comportamiento de la resistencia a la penetración y de la humedad del suelo luego de aplicados los tratamientos de labranza. Maurya (1986) estableció que por encima de 1 MPa existe una reducción significativa del desarrollo de raíces. En el presente experimento, la resistencia del suelo en el tratamiento con rastra+subsulado fue de 0,325 MPa, significativamente inferior ( $P \leq 0,01$ ) al tratamiento con rastra (0,753) y sin labranza (1,424). Por otra parte, en los tratamientos donde hubo rotura del suelo las raíces penetraron más en relación al sistema sin labranza. Dentro de los sistemas con labranza, la densidad de raíces en el horizonte más profundo (20-40 cm) fue mayor en el tratamiento con labranza profunda que con rastra, en donde la profundidad de laboreo no sobrepasa los 20 cm. Estos resultados indican que la menor resistencia en el tratamiento con subsulado, unida al contenido de humedad, permitió que en las primeras etapas del crecimiento de la pastura, se formaran abundantes raíces en las capas más profundas, lo

cual fue reflejado en la mayor producción de biomasa aérea, ratificando lo señalado por de Freitas (1995) y Lugo (1995), quienes indicaron que los implementos de labranza se deslizan en el horizonte subsuperficial creando una capa de sellamiento o piso de implemento. Estas superficies pulidas sellan los espacios porosos del suelo, los cuales limitan en dicha zona la posibilidad de penetración del agua y presentan, además, acumulación de raíces en la región de más baja resistencia mecánica. Por otra parte, cuando se utilizan equipos de escarificación (subsuelo) se consigue romper las capas de alta resistencia y consecuentemente, la distribución de las raíces ocurre de forma normal a través del perfil del suelo. Pla (1995) y Hossne *et al.* (2003) coinciden en señalar a la humedad como el factor principal en la disminución de la resistencia del suelo y condicionante en el crecimiento y producción de los cultivos. Además, Zou *et al.* (2001) indican que la elongación radical decrece exponencialmente con el aumento de la resistencia del suelo cuando el potencial mátrico se mantiene constante.

Por otra parte, Ellies *et al.* (1993) infieren que el aumento de la resistencia del suelo a la penetración se debe más al tipo que al tiempo de uso del suelo, aumentando mayormente cuando son sometidos a un uso pecuario intenso y/o prolongado. Señalan que un suelo sin cubierta vegetal aumenta la posibilidad de secado, provocando la contracción y/o consolidación del suelo en forma natural. Este planteamiento explica que en el tratamiento sin labranza, la resistencia a la penetración disminuyera a través del tiempo en los diferentes horizontes evaluados, correspondiendo con un aumento en el contenido de humedad en el suelo (Cuadro 3) y producción de follaje (Cuadro 1).

Al igual que con el contenido de humedad, después de un año, los valores de resistencia se incrementaron en los tratamientos con labranza y fueron semejantes en los dos últimos años de conducción de la investigación. Respuesta similar fue observada por Rivas *et al.* (1998) en suelos de sabana bien drenada, quienes encontraron que el efecto de la labranza sobre la resistencia a la penetración ocurrió solo en los primeros días después de efectuarse la práctica.

Cuadro 3. Efecto de tres sistemas de labranza sobre la resistencia del suelo a la penetración y la humedad del suelo

Sistema de labranza	1997			1998			1999		
	Estrato cm	Resistencia MPa	Humedad %	Resistencia MPa	Humedad %	Resistencia MPa	Humedad %	Resistencia MPa	Humedad %
Sin labranza	0-10	0,680c†	3,13c	0,425c	14,67a	0,465c	12,83		
	10-20	1,133b	4,99b	0,867b	13,12b	1,011b	12,50		
	20-40	2,458a	12,80a	2,026a	12,55c	1,968a	13,25		
Promedio	1,424A	6,97C	13,44	1,106	13,44	1,148	12,86		
Rastra	0-10	0,045 c	13,24a	0,459c	15,67a	0,466c	15,00		
	10-20	0,487b	12,22b	0,919b	13,95b	0,837b	13,50		
	20-40	1,725a	11,93b	2,036a	13,85b	2,008a	13,00		
Promedio	0,753B	12,46A	14,49	1,138	14,49	1,103	13,83		
Rastra + Subsulado	0-10	0,000b	4,39c	0,459c	16,17a	0,479c	13,68		
	10-20	0,049b	10,97 b	0,970b	12,47b	1,034b	13,32		
	20-40	0,926a	12,62	2,264a	15,95a	2,202a	13,25		
Promedio	0,325C	9,33B	14,86	1,231	14,86	1,238	13,42		
ANAVA		**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sistema		**	**	**	*	**	n.s.	**	n.s.
Estrato		*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Interacción		26,25	24,23	15,25	10,21	11,78	8,96		
C. V. (%)									

† Letras mayúsculas distintas dentro de una columna indican diferencias estadísticamente significativas. Letras minúsculas distintas en una columna dentro de un sistema indican diferencias estadísticamente significativas (\* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,01$ ).

### Labranza y nutrientes disponibles en el suelo

El Cuadro 4 muestra la variación del contenido de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en relación a los sistemas labranza, a través del periodo de lluvias de cuatro años. Para el fósforo, la aplicación de roca fosfórica acidulada elevó sus tenores en el suelo, independientemente del sistema de labranza utilizado, pasando de 8 ppm en el análisis previo a la instalación del experimento, a valores superiores a 20 ppm luego de la fertilización inicial, lo cual indica el efecto favorable de la aplicación de fosforita acidulada bajo estas condiciones de suelo, siendo superior a lo observado por Sanabria *et al.* (2000) utilizando roca fosfórica en un suelo Psaments en estudios con *Andropogon gayanus*.

En los tres sistemas, el P disminuyó con el tiempo, constatándose mayor declinación durante el primer año (1998) en los tratamientos con labranza, posiblemente debido a que la incorporación de la fosforita permitió mayor contacto con el suelo y se favoreció la liberación del P de una manera mas sostenida (López, 1995). También se ha encontrado que las plantas en etapas de crecimiento rápido absorben la mayor proporción de P constituyente de tejidos, encontrándose que hasta el 75% del P contenido en una planta es absorbido cuando sólo ha acumulado el 25% de su peso total (Mata, 1989).

Al tercer año los niveles de P disminuyeron en más de 50% con respecto a la fertilización inicial\* con valores de 7,22 ppm en rastra, significativamente mayor ( $P \leq 0,05$ ) al sistema sin labranza (6,11 ppm) y éste a su vez, mayor que en el sistema rastra + subsulado (5,11 ppm). Estos valores se consideran bajos, por lo que el grado de severidad de la deficiencia de P se estima como muy alto (Gilbert *et al.*, 1989), pudiendo indicar la necesidad de reabonar con P después de tres años de la fertilización inicial con fosforita acidulada. Esta disminución es similar a lo observado por Sanabria *et al.* (2000) utilizando dos fuentes de P en un suelo roturado con rastra. Estos autores encontraron efecto del nivel de Ca contenido en la roca fosfórica sobre el aumento del pH del suelo ( $r = 0,70$ ,  $0,65$  y  $0,41$ , para el primer, segundo y tercer año, respectivamente). En el presente experimento, los valores de pH (Cuadro 5) también incrementaron con respecto al muestreo antes del inicio del ensayo (pH = 5,1), que de acuerdo a López (1995) inhibe la liberación del P contenido en la fosforita acidulada.

La tendencia a mayor disponibilidad de P en el sistema con rastra a través del periodo experimental puede estar relacionada con los procesos de compresión del suelo por debajo de la zona de ataque del disco (de Freites, 1995) que limita el movimiento de agua y favorece la acumulación de elementos hasta esa zona. El menor contenido de P constatado en el tratamiento donde se aplicó el subsolado, posiblemente esté vinculado a su mayor utilización por parte de la planta, particularmente para la formación de raíces a través del perfil (Cuadro 2). Tal comportamiento fue favorecido durante el primer año por la existencia de un mayor contenido de humedad en el horizonte mas profundo de este tratamiento (Cuadro 3) y esta condición permitió, el uso mas eficiente de los fertilizantes y enmiendas (López, 1995).

Para el potasio es importante señalar que la labranza incidió significativamente en su disponibilidad ( $P \leq 0,01$ ) solamente durante el periodo de máxima precipitación del año 1997, época cuando se aplicaron los tratamientos de labranza. Estos niveles resultaron superiores en rastra+subsulado (26 ppm). La disponibilidad de K fue disminuyendo progresivamente hacia finales del año 1998. El aumento observado en todos los tratamientos durante el año 1999 pudo ser consecuencia del reabono efectuado en ese año un mes antes del muestreo. Para este mismo año, los mayores tenores de K ( $P \leq 0,05$ ) se constataron en los sistemas con roturación del suelo, siendo en esta época donde se presentó su mayor contenido (30 y 34 ppm para rastra y rastra+subsulado, respectivamente). Estos valores se consideran bajos (Gilbert *et al.*, 1990) y se debe principalmente a la baja capacidad que tienen los suelos compuestos por arena químicamente inerte de retener K y evitar que sea lixiviado (Obreza, 2003).

Cuadro 4. Tenores de fósforo, potasio, calcio y magnesio en los tratamientos sin labranza (SL), rastra (R) y rastra con subsolado (R+S) en un suelo arenofrancoso de sabana bien drenada, durante cuatro periodos lluviosos

Elemento	Año de evaluación											
	1997			1998			1999			2000		
	SL	R	R+S	SL	R	R+S	SL	R	R+S	SL	R	R+S
P, ppm	20,2	26,6	23,1	21,9	19,2	18,0	8,9	12,0	10,2	6,1ab	7,2a	5,1b
K, ppm	16,7b†	23,3b	26,1a	17,1	23,3	17,8	23,4b	30,0ab	34,4a	21,6b	19,9b	26,8a
Ca, ppm	168,9b	170,0b	215,6a	77,8	68,9	75,6	62,2a	55,6ab	48,9b	88,9ab	106,7a	68,9b
Mg, ppm	7,3	7,4	8,8	6,5	7,1	7,6	3,8a	2,7b	2,7b	12,2ab	10,7b	13,3a

† Letras dentro de un mismo año para tenores de un elemento denotan diferencias significativas al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Para el calcio, al inicio del periodo experimental el sistema con rastra + subsolado (Cuadro 4) presentó el mayor contenido de  $\text{CaCO}_3$  (215,5 ppm), siendo superior ( $P \leq 0,05$ ) al testigo y rastra (168 y 170 ppm,

respectivamente). Sin embargo, al igual que el P, en los tres sistemas de labranza el  $\text{CaCO}_3$  disminuyó durante el segundo año, con mayor evidencia en los dos últimos años en labranza con rastra+subsulado ( $P \leq 0,05$ ) alcanzando valores de 68,9 ppm. Durante el año 2000, el tenor de  $\text{CaCO}_3$ , en promedio, incrementó en 20% en relación al muestreo de la época lluviosa del año 1999; sin embargo, el máximo valor fue de 106,7 ppm en el tratamiento con rastra, significativamente superior ( $P \leq 0,05$ ) a rastra+subsulado y similar al tratamiento sin labranza; sin embargo, los contenidos en el suelo se consideran muy bajos (Gilbert *et al.*, 1990).

Cuadro 5. Valores de pH para los diferentes sistemas de labranza en el mes de julio durante los años de conducción del experimento

Sistema de labranza	Época de muestreo			
	Jul. 97	Jul. 98	Jul. 99	Jul. 00
Sin labranza	5,92	5,64	5,61	6,02
Rastra	5,41	5,37	5,43	6,02
Subsolado	5,63	5,33	5,42	5,78

Los resultados indican que durante gran parte del periodo evaluado la disponibilidad de Ca en el suelo fue baja. Se ha reportado requerimientos externos de  $\text{CaCO}_3$  para *B. humidicola* del orden de 125 kg/ha (CIAT, 1981). Esta situación explicaría la disminución de la disponibilidad de Ca en el suelo con mayor intensidad en las parcelas sometidas a labranza profunda, tratamiento en el cual ocurrió de forma significativa mayor producción de biomasa aérea durante el primer año y de biomasa radicular en capas más profundas (Cuadros 1 y 2). Sanabria *et al.* (2000) encontraron que cuando la disponibilidad de P no fue limitante, se observó correlación positiva y altamente significativa entre la producción de MS de *Andropogon gayanus* y los tenores de Ca. Igualmente, reportaron bajo aporte de Ca asimilable por parte de la fosforita, razón para que actualmente exista la fosforita acidulada con calcio incorporado.

Para el magnesio (Cuadro 4), durante todo el periodo experimental sus tenores en el suelo fueron muy bajos y con valores similares hasta 1998 (6,51 a 7,56 ppm). Se observó fuerte disminución en 1999 (2,67 a 3,78 ppm) siendo afectada ( $P \leq 0,01$ ) en este año por los sistemas de labranza, con valor inferior en los sistemas donde hubo laboreo del suelo (2,67 ppm). Al tercer año, el Mg evidenció un incremento de 80% en relación al muestreo de la época lluviosa del año anterior debido al reabono que se realizó con  $\text{MgSO}_4$  en 1999, con mayor tenor en el tratamiento sin labranza (14,67 ppm) significativamente superior ( $P \leq 0,01$ ) a los tratamientos donde hubo

roturación del suelo al inicio del experimento (10,67 y 10,89 ppm). Sin embargo, en promedio, los tratamientos con labranza tuvieron mayor producción de biomasa aérea en el año 2000 en relación al tratamiento sin labranza, (Cuadro 3) aunque estadísticamente el tratamiento con rastra difirió del tratamiento sin labranza ( $P \leq 0,01$ ). Este comportamiento ratifica lo señalado por Rao *et al.* (1998) sobre la baja relación observada entre el nivel de magnesio en el suelo, con la producción de biomasa aérea.

En forma general se puede observar que la aplicación de fertilizante, independientemente del sistema de labranza utilizado favoreció la producción de biomasa aérea, siendo superior durante el primer año (1998) en el sistema con labranza profunda (Cuadro 3). Para el segundo año los tratamientos se nivelan, sin encontrarse diferencias significativas entre ellos; sin embargo, luego del reabono efectuado en el año 1999, surgen nuevamente diferencias en el 2000 entre las formas de labranza con valores superiores en los tratamientos con roturación del suelo. Los resultados ratifican que en los tratamientos donde hubo disturbación inicial del suelo, la planta responde más rápidamente al reabono que en el suelo no roturado. Para el caso del tratamiento sin labranza hubo respuesta más lenta a la recuperación de la pastura.

#### Disponibilidad de nutrimentos con la profundidad de muestreo

No se constató efecto significativo ( $P \leq 0,05$ ) para la interacción entre los sistemas de labranza y profundidad del suelo en relación a la disponibilidad de P, Ca y Mg en los cuatro muestreos realizados, mientras que si la hubo ( $P \leq 0,01$ ) sobre la disponibilidad de K en el año 1997, donde su análisis indica que los mayores tenores de K estuvieron asociados específicamente a profundidades de 0 a 10 cm para el tratamiento sin labranza y de 0 hasta 20 cm para los tratamientos con laboreo del suelo, lo que significa que la roturación del suelo favoreció la incorporación del K hasta capas más profundas. Dentro de este mismo análisis se consideró la disponibilidad de los elementos por profundidad en virtud del nivel de significancia que para todos los sistemas de labranza presentaba el factor profundidad.

En el Cuadro 6 se muestran los valores de P, K, Ca y Mg, respectivamente, por horizonte y por año de evaluación. El comportamiento general de todos los elementos es de disminuir con la profundidad de muestreo del suelo y con el tiempo.

Particularmente para el caso del fósforo, no hubo diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ) en sus niveles con la profundidad durante el inicio del experimento (1997), lo que evidencia el efecto favorable de la mecanización en la incorporación del fertilizante a capas más profundas (Mata, 1989). También pudiera ocurrir lixiviación vertical debido a la presencia de arena a lo largo del perfil del suelo, de acuerdo a lo señalado por Bolland y Gilkes (1998). Durante los tres años siguientes, los mayores ( $P \leq 0,01$ ) tenores de P se localizaron en el primer estrato (0 a 10 cm), y estadísticamente para el año 1998 sus valores fueron similares, pero distintos de lo obtenido en el estrato entre 20 a 40 cm. Para 1999 los niveles difieren estadísticamente entre la primera y la tercera profundidad. En el año 2000 los tenores difieren estadísticamente entre cada uno de los estratos evaluados.

Cuadro 6. Disponibilidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio en el perfil de un suelo ácido bien drenado de sabana en una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*

Año	Profundidad (cm)	Elemento			
		P	K	Ca	Mg
		ppm			
1997	0-10	26,3	31,7a†	255,6a	11,1a
	10-20	21,7	22,8b	198,9b	8,4a
	20-40	21,9	11,7c	100,0c	4,0b
1998	0-10	29,0a	32,2a	95,6a	10,0a
	10-20	21,1a	16,7b	75,6a	6,1b
	20-40	9,0b	10,0b	51,1b	5,1b
1999	0-10	15,3a	42,2a	73,3a	4,7a
	10-20	11,0ab	26,7b	57,8a	2,4b
	20-40	4,9b	18,9b	35,6b	2,4b
2000	0-10	11,8a	35,2a	95,6	14,7a
	10-20	4,7b	17,7b	88,9	10,7b
	20-40	2,0b	15,3b	80	10,9b

† Letras dentro del mismo año y profundidad denotan diferencias significativas a 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

La disponibilidad de potasio siempre fue superior en los primeros 10 cm del suelo. En 1997 hubo diferencias ( $P \leq 0,05$ ) entre los tres niveles muestreados, mientras que para 1998, los estratos más profundos fueron similares. En 1999 hubo diferencias entre el primer y tercer estrato y para el 2000 el comportamiento es similar a lo observado en 1998.

En los tres primeros años hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) para el calcio entre los estratos evaluados, disminuyendo la disponibilidad de

Ca con la profundidad. La fuerte disminución de los tenores de Ca al siguiente año de iniciado el experimento (1998) se puede relacionar con la mayor posibilidad de su utilización para la formación de follaje y raíces (Cuadros 1 y 2), como es señalado por Haussling *et al.* (1988), quienes indican que las terminaciones de las raíces son los puntos más importantes de absorción de Ca. A lo largo del eje de la raíz y a través de este medio las plantas deben obtener el Ca que necesitan para crecer mediante absorción directa de su ambiente. Adicionalmente, Rao *et al.* (1998) señalan que la principal estrategia de *B. humidicola* es emitir un sistema radical extenso para explorar un mayor volumen de suelo. Entre los años 1998 y 1999 los niveles de Ca son similares en los dos primeros horizontes, mientras que en el año 2000 no hubo diferencia significativa ( $P \leq 0,01$ ) de los tenores en los tres horizontes.

Los tenores de magnesio siempre fueron más elevados ( $P \leq 0,01$ ) en el primer horizonte y disminuyen de forma progresiva en la medida que aumenta la profundidad de muestreo. Para 1997, los dos primeros estratos son estadísticamente similares y superiores estadísticamente al estrato de 20 a 40 cm. En los años 1998, 1999 y 2000 el comportamiento estadístico de los tenores de magnesio es similar, presentando los mayores valores en el horizonte de 0 a 10 cm mientras que los otros horizontes son similares entre sí.

La disminución de los elementos con la profundidad del suelo ratifica lo señalado por Rivas (1993) quien independientemente del sistema de labranza empleado observó disminución de la disponibilidad de nutrimentos con aumento de la profundidad del suelo. Además, en este experimento se puede explicar la importancia de utilizar sistemas de labranza con roturación, para la recuperación de pasturas, por la interacción significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre profundidad del suelo y producción de biomasa seca radicular del pasto (Cuadro 2), así como también las diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre sistemas de labranza y profundidad del suelo sobre el contenido de humedad (Cuadro 3). Lo anterior indica que la reducción de la resistencia mecánica del suelo ( $P \leq 0,05$ ) al inicio del experimento (Cuadro 3) por roturación en horizontes por debajo de 20 cm (subsoleo) favoreció la movilización de elementos en el suelo para la formación de raíces y follaje.

## CONCLUSIONES

1. La producción de biomasa aérea seca de *Brachiaria humidicola* se incrementó en el tiempo independientemente del sistema de labranza utilizado; dentro de estos sistemas, en los tratamientos con rastra y rastra+subsulado la producción fue mayor y se sostuvo en el tiempo.
2. El tratamiento rastra+subsulado, en las etapas iniciales de recuperación de la pastura, permitió mayor desarrollo radicular y contenido de humedad en el suelo, así como también disminución de la compactación para los estratos más profundos.
3. Independientemente del sistema de labranza utilizado los tenores de fósforo, potasio, calcio y magnesio disminuyeron durante el período experimental y sus mayores concentraciones estuvieron asociadas al estrato de 0 a 10 cm de profundidad. A partir de allí disminuyeron progresivamente hasta el estrato de 20 a 40 cm.

## BIBLIOGRAFIA

- Bolland M.D.A. y R.J. Gilkes. 1998. The relative effectiveness of super phosphate and rock phosphate for soil where vertical and lateral leaching of phosphate occurs. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51: 139-153.
- Bray R.H. y L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available form of phosphorus in soil. *Soil Sci.*, 59:39-45
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. *Tropical Pastures Program. Annual Report. 1980.* Cali, Colombia. 130 p.
- De Freitas Jr. E. 1995. Caracterización, calibración y correlación de metodologías para el diagnóstico y evaluación de propiedades físicas de los suelos en sabanas bien drenadas. Taller "Aspectos físicos de los suelos de las sabanas orientales y su efecto sobre la productividad" FONAIAP. Publicación especial N° 30. pp. 18-22.
- Edwel J.J. y R. Madriz. 1968. *Zonas de Vida de Venezuela.* Ministerio de Agricultura y Cría. 270 p.

- Ellies A., C. Ramírez y R. MacDonald. 1993. Variación en la resistencia del suelo por efecto de su uso. Turrialba, 43(1):77-82.
- Fisher M.J. y P.C. Kerridge. 1998. Agronomía y fisiología de las especies de *Brachiaria*. En Miles J.W., B.L. Maass y C.B. do Valle. (Eds) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT, Colombia. pp. 46-56.
- Gilabert de B. J., R. Pérez S., I. López de R., J. Comerma y A.J. Sánchez. 1989. Necesidades de fósforo de los suelos venezolanos en función de las características de los suelos y requerimientos de los cultivos. Memorias del primer Seminario de fósforo en la agricultura venezolana. Soc. Ven. Ciencia Suelo., p. 58-75.
- Gilabert de B. J., I. López de R., L.B. Herrera y E. García. 1990. Estimación de las necesidades actuales y potenciales de fertilizantes y enmiendas en función de los análisis de suelo. XI proyección de las necesidades de roca fosfórica en pastizales cultivados. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias., Serie C, N° 34. 21p.
- Hausling M., C.A. Horns, G. Lehmbecker, Ch. Hecht-Buchholz y H. Marschner. 1988. Ion and water uptake in relation to root development in Norway spruce (*Picea abies* (L) Karst.). J. Plant Physiol., 133:486-491
- Hossne G.A., J. Christopher, G. Paredes, E. Carvajal, E. Santaella, J. Malaver y A. Cova. 2003. Resistencia terramecánica en función de la humedad de un suelo Ultisol de sabana del estado Monagas, Venezuela. Bioagro., 15(3):173-181
- Kluthcouski J. 1995. Regeneración y manejo sostenible de los suelos degradados de las sabanas, una estrategia para la preservación del medio ambiente. Taller "Aspectos físicos de los suelos de las sabanas orientales y su efecto sobre la productividad". FONAIAP. Publicación Especial N° 30. pp. 13-17
- López de R. I. 1995. Fertilización de pastizales con roca fosfórica. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Serie A, N° 10. Maracay, Venezuela. 42 p.

- Lugo J. 1995. Compactación de suelos bajo uso agrícola. Taller "Aspectos físicos de los suelos de las sabanas orientales y su efecto sobre la productividad" FONAIAP. Publicación Especial N° 30. pp. 47- 49
- Maurya P. 1986. Effect of tillage and residue management on maize and wheat yield and physical properties of and irrigate sandy loam. Soil Till. Res., 8:161.170.
- Márquez L. 2001. Evolución de la tecnología mecánica para el control de las malezas. Memorias XV Congreso latinoamericano de Malezas. X Jornadas Venezolanas Científicas Técnicas en Biología y combate de Malezas. Maracaibo, Zulia, Venezuela. pp. 67-70
- Mata R.A. 1989. Aspectos relevantes de un programa de fertilización. IV Jornadas agropecuarias CORPOVEN: Uso eficiente de los fertilizantes. Maturín, 7 p.
- MARNR (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables). 1997. Atlas del estado Monagas. Gobernación del Estado Monagas. Maturín, Monagas, Venezuela. 99 p.
- Morgan M.F. 1941. Chemical and soil diagnosis by the Universal Soil Testing System; Conn, Agric. Exp. Sta. Bull., 392:129-159
- Obreza T. 2003. Importance of potassium in a Florida citrus program. Better Crops, 87(1):19-22
- Pla I. 1995. Evaluación y diagnóstico de propiedades físicas del suelo en relación a la labranza. En Pla I. y F. Ovalles (Eds) Efecto de los sistemas de labranza en la degradación productividad de los suelos. Memorias II Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. FONAIAP, Serie Especial N° 32. Maracay, Venezuela. pp. 42-51.
- Rao I.M., P.C. Kerridge y M.C.M. Macedo. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. En Miles J.B., B.L. Maass y C.B. do Valle (Eds) *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 57-78.

- Rivas E. 1993. Efecto de la labranza mínima y prácticas agronómicas asociadas sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Tesis de maestría. Universidad Central de Venezuela. 109 p.
- Rivas E., M. Rodríguez y U. Manrique. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento del maíz en los llanos altos del estado Monagas. *Agronomía Trop.*, 48 (2):157-174.
- Sanabria D., U. Manrique, M. Rodríguez, A. de Gil y P. Argel. 1995. Siembra de leguminosas en un pastizal establecido de *Brachiaria decumbens*. *Zootecnia Trop.*, 13(2):245-260.
- Sanabria D., J. Tenías, R. Silva-Acuña e I. López de R. 2000. Evaluación de fertilizantes fosfatados en un suelo ácido de sabana del estado Monagas. *Zootecnia Trop.*, 18(3):261-276.
- Soares Filho C.V., F.A. Monteiro y M. Corsi. 1992. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. I. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. *Pasturas Trop.*, 14(2):2-6.
- Spain M. y R. Gualdron. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. En Lascano C. y J. Spain (Eds) Establecimiento y Renovación de Pasturas. Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Veracruz, México, 1998. CIAT, Cali, Colombia. 426 p.
- Toledo J.M. 1991. Ganadería bajo pastoreo: posibilidades y parámetros de sostenibilidad. En Homan E.J. (Ed) Ganadería y Recursos Naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad. Memorias Simposio-Taller, San José, Costa Rica. 7 al 12 de octubre.
- Yamada T. 2002. Melhoria na eficiencia da adubação aproveitando as interações entre os nutrientes. *Informaciones Agronómicas (Potafos)*, 100:1-5.
- Zou C., C. Penfold, R. Sand, R. Misra y I. Hudson. 2001. Effect of soil air-filled porosity, soil matrix potential and soil strength on primary root growth radiate pine seedling. *Plant Soil*, 236: 105-115.

## Revisión Micotoxinas: Riesgos y prevención

Fanny Requena<sup>1\*</sup>, Elsy Saume<sup>2</sup> y Alicia León<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las micotoxinas representan un peligro latente tanto para la salud humana como animal. Estas se pueden encontrar de modo natural en un gran número de productos agrícolas, utilizados como materias primas para la preparación de alimentos balanceados para animales o como contaminantes o residuos tóxicos de los productos de las explotaciones zootécnicas (leche, huevos carnes). La contaminación del producto puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la cosecha, pasando por la recolección, almacenaje, transporte, elaboración y conservación. La principal arma para combatir a las micotoxinas la constituye la difusión objetiva de la información a todos los integrantes de las cadenas productivas de alimentos y las consecuentes medidas de prevención y control que se puedan aplicar a lo largo de la misma. En el presente trabajo se hace una revisión acerca de los riesgos de las principales micotoxinas presentes en alimentos, los efectos sobre la salud de las principales especies animales de interés zootécnico y en humanos, las formas de detección, los niveles permisibles y los mecanismos de prevención y control que pueden ser usados para enfrentarlas.

*Palabras clave:* Micotoxinas, contaminación alimentos, riesgos animales, riesgos humanos, prevención.

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

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Unidad de Sanidad Animal. Apartado Postal 4653. Maracay, Aragua, Venezuela.

**Review**  
**Mycotoxins: Risks and prevention**

**SUMMARY**

Mycotoxins represent a latent danger for both animal and human health. These toxins can be found in a natural way in a great number of agricultural products, which are used as raw materials for preparation of animal feedings. It can also be found as pollutants or toxic residuals in animal products, such as milk, eggs, and meat. Contamination of these products can occur in any point of the food chain, from field harvest, going through transport, storage, elaboration, and conservation. The main weapon to combat mycotoxins is through the objective diffusion of information to all members of the productive food chain and the consequent measures of prevention and control that can be applied along this chain. The objectives of this paper were to review the risks of the main mycotoxins present in foods, their effects on the health of human and main species of farm animals, as well as the detection forms, the permissible levels, and the mechanisms of prevention and control that can be used to face them.

*Keywords:* Mycotoxins, polluted foods, animal risks, human risks, prevention

**INTRODUCCION**

Las toxinas producidas por hongos o micotoxinas se pueden encontrar de modo natural en un gran número de productos agrícolas, utilizados como materias primas para la preparación de alimentos balanceados para animales o como contaminantes o residuos tóxicos de los productos de las explotaciones zootécnicas (leche, huevos carnes).

Son numerosos los factores que pueden influir para la contaminación con hongos productores de micotoxinas, entre estos están la resistencia genética del cultivo, las condiciones climatológicas caracterizadas por temperaturas y humedades relativas altas, condiciones de transporte y almacenamiento inadecuado y un secado deficiente (Wood, 1992). Por tanto, la contaminación del producto puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimenticia, desde la cosecha, pasando por la recolección, almacenaje, transporte, elaboración y conservación.

La incidencia de micotoxinas en la producción de animales, especialmente aves y cerdos, representa uno de los mayores problemas que preocupa a estos importantes sectores agroproductivos. Entre los efectos adversos que pueden traer consigo el consumo de alimentos contaminados se encuentran la drástica reducción de la productividad, caracterizada por una disminución de la velocidad de crecimiento y una baja eficiencia alimentaria (Osuna, 1989). Esta influencia negativa se debe principalmente a interferencias producidas por las micotoxinas sobre diversos sistemas enzimáticos ligados al proceso digestivo y del metabolismo de los nutrientes así como del sistema inmunosupresor (Reddy, 1982).

Para la salud humana estas también representan una amenaza latente pues pueden actuar como un "asesino silencioso", ya que su consumo en dosis muy pequeñas no induce síntomas clínicos evidentes, pero con el tiempo puede traer graves consecuencias sobre la calidad y durabilidad de la vida.

En Venezuela, la producción de alimentos balanceados para animales depende principalmente de la utilización de materias primas importadas (75%), las cuales podrían venir acompañadas con problemas de micotoxinas o estar propensas a contaminarse debido a las condiciones de transporte y almacenamiento a que son sometidas, antes de entrar a la cadena de preparación.

Se han realizado muchos estudios en diferentes países como los reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), por Centros de Investigaciones Internacionales y Nacionales, entre los que destacan los conducidos por Osuna (1989), Manning (1989), Wyatt (1998), Demet (1999) y Díaz (2005) y los llevados en nuestro país por Martínez (1993), Carabaño y Silva (1998), Mazzani (1998), Saume *et al.* (2005) y Jaramillo (2005).

Sin embargo, el abordaje más eficaz de este problema consistiría en adoptar medidas de prevención en materias primas de producción nacional y de control en materias primas importadas y alimentos preparados de disponibilidad comercial bajo un sistema integral. Igualmente es importante crear una cultura hacia la micotoxinas tratando de difundir información que sea comprensible tanto para productores y consumidores, sobre los riegos y procedimientos para combatir estas sustancias ya que la amplitud de la difusión de las mismas en un gran número de alimentos hace muy difícil la

tarea que a nivel mundial se coordina para minimizar los graves problemas de salud que ellas representan y de los cuales estamos obligados a afrontar.

### Naturaleza de las micotoxinas

Los efectos de las micotoxinas son conocidos por el hombre desde hace muchos años. En Europa, durante la edad media, se presentaron epidemias que causaron la muerte a miles de personas. La causa de estas epidemias fue el ergotismo, micotocoxicosis originada por el moho *Claviceps purpurea*. Sin embargo, es a principio de la década de los 60 cuando en Gran Bretaña ocurren una serie de eventos que llevaron al descubrimiento de las aflatoxinas (Calnek *et al.*, 1995). Para esa fecha, un brote de una rara enfermedad de etiología desconocida causó la muerte de miles de bovinos, ovinos, pollos y pavos. Por ser esta la especie en la cual se observó por primera vez la enfermedad fue denominada "Enfermedad X de los Pavos". Científicos de la época concluyeron que la causa estaba asociada al alimento, específicamente a una harina de maní importada del Brasil. De allí, se logró aislar una sustancia producto del crecimiento de un hongo que al ser suministrada a animales sanos produjo una sintomatología, compatible con la desconocida enfermedad, demostrándose que dicha sustancia había sido producida por una cepa de *Aspergillus flavus* de donde derivó su nombre: Aflatoxinas.

Simultáneamente a estos hechos, se descubrió en California la aparición masiva de cáncer de hígado en las truchas arco iris de varias piscifactorías comerciales, aislándose en aquella ocasión aflatoxina en el alimento utilizado (Burdaspal, 1998).

### Principales micotoxinas presentes en alimentos

Actualmente se conocen más de 200 diferentes micotoxinas presentes en granos como el maíz, trigo, cebada, arroz, semilla de ajonjolí, maní, etc., siendo las aflatoxinas, la ocratoxina A, la zearalenona, las fumonisinas y los tricoticenos las principalmente asociadas a problemas de toxicidad alimentaria (Díaz, 2005) En el Cuadro 1 se pueden observar los principales hongos contaminantes de alimentos y los tipos de toxinas que producen.

### Aflatoxinas

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1983), las aflatoxinas, químicamente son un grupo de metabolitos del grupo bis furano cuamarina producido por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, denominados B1, B2, G1 y G2. Las cuatro sustancias principales se distinguen por sus

colores fluorescentes B, correspondiente al color azul, y el G, correspondiente al verde, con subíndices que indican la movilidad cromatográfica relativa.

Cuadro 1. Alimentos y hongos asociados a las micotoxinas

Micotoxinas	Alimentos	Hongos asociados
Aflatoxinas	Maní, pistacho, nueces, maíz, semilla de algodón y cereales	<i>Aspergillus paraciticus</i> , <i>A. flavus</i>
Fumonisin	Maíz y otros cereales	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>F. proliferatum</i>
Ocratoxina	Legumbres, cereales y granos de café	<i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i>
Patulina	Manzanas, uvas y otras frutas	<i>Penicillium expansum</i> , <i>Aspergillus giganteus</i> , otros <i>Penicillium</i> y <i>Aspergillus spp.</i>
Tricotícenos	Trigo, maíz	<i>Fusarium tricintum</i> , <i>F. poae</i> y otras especies de <i>Fusarium</i>

Fuente: Sharma, 2004.

### Aflatoxinas

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 1983), las aflatoxinas, químicamente son un grupo de metabolitos del grupo bis furano cuamarina producido por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, denominados B1, B2, G1 y G2. Las cuatro sustancias principales se distinguen por sus colores fluorescentes B, correspondiente al color azul, y el G, correspondiente al verde, con subíndices que indican la movilidad cromatográfica relativa.

Las demás aflatoxinas conocidas resultan del metabolismo de alguna de estas, siendo la aflatoxina M1 (AFM1) una de las más relevantes para la salud humana, ya que es excretada en la leche de las hembras de mamíferos que consumen AFB1 en la dieta.

Las aflatoxinas son inmunosupresoras que inhiben la fagocitosis y la síntesis proteica interrumpiendo la formación del ADN, ARN y proteínas en el ribosoma. (Smith, 1982; Sharma, 1993).

La toxicidad aguda de las aflatoxinas se manifiesta principalmente como lesiones hepáticas. En la forma subaguda, los animales jóvenes pueden presentar retardo en el crecimiento, pérdida del apetito, se compromete el

sistema inmunitario por su acción degenerativa sobre el timo y la bursa de Fabricio, aumento de la fragilidad capilar afectando el tiempo de coagulación sanguínea y de allí, la presencia de hematomas, postración y muerte (Rivero *et al.*, 1998).

En el Cuadro 2 pueden observarse algunos de los resultados obtenidos en pruebas realizadas en el INIA-Ceniap y reportados por Saume y Requena (2005), en las cuales se evaluaron los efectos de las aflatoxinas sobre el sistema inmune de pollos de engorde, específicamente en lo que se refiere a sus efectos sobre la relación peso bursa/peso corporal, índice bursal y título de anticuerpos contra la enfermedad infecciosa de la bursa.

Cuadro 2. Índices de Bursa en pollos de engorde alimentados con dietas contaminadas con Aflatoxina B1 (AB1) purificada *ad libitum* desde el día 1 hasta el 28 de edad y vacunadas al día 10 de edad contra la Enfermedad Infecciosa de la Bursa (EIB).

Tratamiento	Vacunado	No vacunado
50 ppb AB1 - vacunado	1,014 a†	1,100 a
50 ppb AB1 - no vacunado	1,007 a	1,092 a
100 ppb AB1 - vacunado	1,077 a	1,169 a
100 ppb AB1 - no vacunado	1,210 a	1,313 a
200 ppb AB1 - vacunado	0,088 b	0,055 b
200 ppb AB1 - no vacunado	0,766 b	0,830 b

† Valores con diferentes letras son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ). ppb =  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

## Ocratoxina A

Las ocratoxinas son metabolitos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* y se pueden encontrar principalmente en cereales, tales como maíz, cebada, trigo y avena, aunque también ha sido detectada en granos de café. Análisis realizados Laboratorio de Toxicología de la Universidad Nacional de Colombia han revelado niveles de casi 200 ppb de Ocratoxina A (OA) en muestras de café verde tipo pasilla y niveles de hasta casi 20 ppb en muestras de café soluble (instantáneo). (Díaz, 2005)

La OA junto con otras micotoxinas nefrotóxicas fue implicada en una nefropatía endémica que afectó a miles de personas a mediados de los años 20 en Europa del Este, conocida como enfermedad de los Balcanes (Sharma, 2004). En las aves se caracteriza por la producción de esclerosis

renal y periportal, enteritis, supresión de la hematopoyesis de la médula ósea. En cánidos, las OA causan anorexia, pérdida de peso, vomito, conjuntivitis y necrosis renal, entre otras afecciones (Jurado, 1989). En rumiantes es rápidamente degradada en el rumen, pasando de OA a ocratoxina alfa ( $O\alpha$ ), por lo tanto las consecuencias negativas no son importantes, a menos que sean consumidas por pre rumiantes (Whitlow y Hagler, 2002).

La detección en Europa de la presencia de OA en productos de cerdo vendidos en establecimientos minoristas y en sangre de cerdo ha demostrado que esta toxina puede pasar de los alimentos a los productos de origen animal (FAO, 2003).

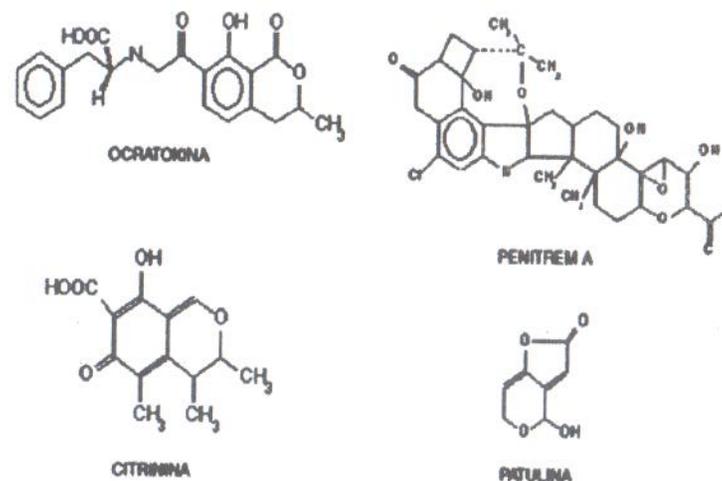


Figura 1. Estructura química algunas micotoxinas

## Fumomisinis y Zearalenonas

*Fusarium* es un género de moho que forma parte de la flora de campo (sustratos fitopatógenos, plantas vivas) y de la flora intermedia (sustratos de cereales recién recogidos y aun húmedos). Este moho vegeta entre 6 y 40°C con un óptimo entre 18 y 30°C.

Las micotoxinas de *Fusarium* se puede clasificar en:

1. Tricotecenos estrogénicos, o micoestrógenos donde los más importantes son la Zearalenona (ZEN) y el Zearalenol.
2. Tricotecenos no estrogénicos incluyendo a: vomitoxina o deoxinivalenol (DON), fumonisina B1 (FB1), toxina T-2, diacetoxiscirpenol (DAS), monoacetoxiscirpenol (MAS), triacetoxiscirpenol (TAS) y escirpentriol (STO).

La zearalenona es particularmente importante en hembras porcinas jóvenes en las cuales ocasiona una toxicosis conocida como "vulvovaginitis porcina". En hembras porcinas adultas puede causar cesación de calores y pseudo-preñez en hembras no gestantes y disminución en el número de lechones por camada en el caso de hembras preñadas (adicionalmente los lechones nacen débiles y con problemas locomotores). En humanos no se han reportado efectos adversos debidos a la zearalenona, pero no se deben descartar ya que todas las hembras de mamíferos estudiadas hasta el momento han demostrado ser susceptibles a esta micotoxina (ratas, ratonas, conejas y hembras de mink). Adicionalmente, estudios *in vitro* de unión de zearalenona a receptores para estrógenos en citosol indican que los humanos tienen una sensibilidad a la zearalenona similar a la de los cerdos (Kuiper-Goodman *et al.*, 1987).

Del segundo grupo destacan las fumonisinas que son producidas esencialmente por *Fusarium moniliforme*. Existen 6 tipos de fumonisinas, B1, B2, B3, B4, A1 y A2 (16-18). Sin embargo, las que suelen encontrarse con más frecuencia y las más importantes son la fumonisina B1 (FB1) y la B2. La FB1 y FB2 pueden encontrarse como contaminantes naturales, en los cereales, preferencialmente en el maíz y subproductos del maíz (Gimeno, 2005). En los porcinos dan lugar a edema pulmonar como condición letal subaguda. Se reportan también casos de necrosis pancreática y daño hepático, observados después de un lapso promedio de 4,4 días poscontaminación. En los broilers, se manifiesta la intoxicación con pérdida de peso, diarrea, ascitis e hidropericardio, deficiente conversión alimenticia, ulceraciones orales y se han reportado también alteraciones en los niveles de Ca sérico, colesterol y AST (aminotransferasa aspartato) (Lesson *et al.*, 1995).

En humanos se considera que las fumonisinas son potenciales carcinógenos ya que estudios epidemiológicos indican una fuerte correlación entre el consumo de maíz contaminado con fumonisinas y la incidencia de cáncer esofágico, particularmente en ciertas regiones de China y Sudáfrica. (Díaz, 2005). Los principales síndromes que producen son: neurotóxicos

(leucoencefalomelacia), nefrotóxicos, edema pulmonar y cerebral, hepatotóxicos y lesiones cardiacas. Los órganos afectados son: el cerebro, pulmón, hígado, riñón y corazón (Sharma, 2004).

#### Factores que tienen influencia sobre la toxicidad de las micotoxinas

Los principales factores que tienen influencia sobre la toxicidad de las micotoxinas tanto en humanos como en animales, según Kuiper-Goodman (1994) son:

- a) La biodisponibilidad y toxicidad de la micotoxina
- b) Los sinergismos entre ellas
- c) La cantidad de micotoxina ingerida diariamente en función de la concentración de micotoxina y de la cantidad de alimento ingerido
- d) La continuidad o intermitencia de ingestión del alimento contaminado
- e) El peso del individuo y el estado fisiológico y de salud de éste
- f) La edad del individuo.

#### Detección de micotoxinas

Los métodos para el análisis de las micotoxinas han ido evolucionando en busca de una mayor precisión en la identificación de estas sustancias en alimentos, tejidos y fluidos orgánicos. En los primeros años que siguieron al descubrimiento de las aflatoxinas el hombre tuvo interés en los métodos rápidos que le permitiera inspeccionar en corto tiempo un gran volumen de granos. Fue así como se publicó el uso de la lámpara ultra violeta para detectar la fluorescencia.

Luego surge la utilización de los anticuerpos monoclonales para la detección rápida de aflatoxinas, en lotes sospechosos que posteriormente podrán ser sometidos al análisis cuantitativo. La cromatografía en capa delgada (TLC) se toma como una herramienta valiosa en el análisis semi cuantitativo o cuantitativo, adoptándose como métodos oficial establecido por la Association of Analytical Chemist hasta llegar hoy en día a métodos más sofisticados como la Cromatografía de Alta Precisión (HPLC) y la Reacción en Cadena de Polimerasas (PCR).

También pueden utilizarse métodos basados en ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), a pesar de que es aconsejable reconfirmar por alguno de los métodos señalados anteriormente cuando se encuentren resultados positivos, ya que ELISA utiliza anticuerpos policlonales que pueden dar "falsos positivos" (Gimeno, 2005).

La importancia de cada uno de estos métodos depende del medio en que se va a aplicar y se distinguen por el grado de sensibilidad en la detección de altas o bajas concentraciones presentes en las muestras problema. Por otra parte, debe considerarse el programa de muestreo por lo que la FAO invita a tener en cuenta las siguientes consideraciones: La distribución de la concentración de las micotoxinas es un factor importante a considerar cuando se adoptan criterios reglamentarios de muestreo para los productos. La distribución puede ser muy heterogénea, como para las aflatoxinas del maní. La cantidad de granos de maní contaminados en un lote es habitualmente muy baja, pero el nivel de contaminación dentro del grano puede ser muy alto. De no tenerse los debidos cuidados para obtener una muestra representativa, la concentración de las micotoxinas en los lotes inspeccionados puede con facilidad estimarse erróneamente. Además, el consumo de maníes podría llevar a una única dosis accidental alta de aflatoxinas más que a una ingesta crónica a un nivel relativamente bajo.

#### Niveles de micotoxinas permisibles en alimentos

Es importante señalar que estas reglamentaciones varían según las normativas que los países o las comunidades de comercialización internacional a las que pertenecen (Unión Europea, Mercosur, etc.). Sin embargo, no existe una legislación internacional al respecto y en algunos países ni siquiera existen normativas vigentes para su control.

Según la FAO, al menos 99 países tenían reglamentos para las micotoxinas en los alimentos y/o en las raciones en el año 2003. La población total en estos países representa aproximadamente 87% de los habitantes del globo. En 1995, el 23% de la población mundial vivía en una región en la que no estaba vigente ningún reglamento conocido para las micotoxinas. Este porcentaje había disminuido al 13% en el año 2003, en razón de un ligero aumento en América Latina y Europa e incrementos más significativos en África y Asia/Oceanía.

La Figura 2 muestra los límites reglamentarios respectivos para diversas micotoxinas en América Latina en los alimentos y en las raciones.

Se sabe que 19 países, que representan el 91% de la población de la región, cuentan con reglamentaciones específicas sobre micotoxinas.

En Venezuela según la FAO 2004, solamente se encuentran reglamentados los niveles máximos de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 para el maíz, harina de maíz, maníes y manteca de maní (20 µg/kg) y de la aflatoxina M1 para la leche de consumo (0,5 µg/kg) y leche en polvo (5,0 µg/kg).

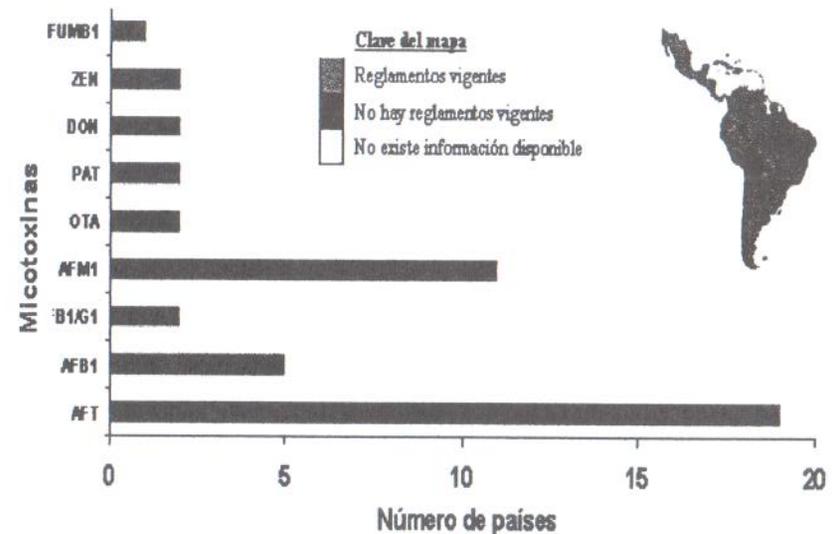


Figura 2. Porcentaje de la población de América Latina con reglamentos para las micotoxinas.

En el Cuadro 3 se muestran los niveles de Micotoxinas encontrados en alimentos y sus niveles permisibles según la División para la Administración de comidas y drogas (FDA) de los Estados Unidos, uno de los principales países suministradores de materias primas para nuestro país, los cuales generalmente son tomados como referencia.

#### Prevención y Control de Micotoxinas

En avicultura, como en otras cadenas de agro alimenticias, se han propuestos diversas estrategias para lograr contrarrestar los efectos de estos

indeseados metabolitos. Entre estas destacan el uso de inhibidores de hongos, incremento de los niveles de proteínas, vitaminas y energía de las dietas; la selección genética, los tratamientos físicos, químicos y biológicos de las materias primas, los cuales en condiciones experimentales han mostrado resultados prometedores sin embargo su aplicación a nivel de granjas de explotación comercial todavía necesitan ser validados.

Cuadro 3: Niveles de micotoxinas† encontrado en alimentos y sus niveles permisibles según la FDA (2004)

Micotoxina	Artículo	Niveles comunes (µg/kg)	Niveles con episodios tóxicos (µg/kg)	Niveles permisibles de la FDA
Aflatoxinas	Maní	2-6	30-125	20 ppb (µg/kg) en alimentos; 0,5 ppb aflatoxina M1 en leche
	Mantequilla de maní	10	14-213	
	Maní azucarado	20	30-230	
	Maíz	>10		
Fumonisina	Productos de maíz	1-12		2 ppm en germen seco de maíz molido; 3 ppm en el maíz para las cotufas; 4 ppm en entero de los productos del maíz, del salvado del maíz y del masa parcialmente desgerminada
	Maíz (de varios países)	30-2.000	>20,000	
Ocratoxina A	Cebada	<3	>25 (Riñón del cerdo)	Ningún nivel es permisible
	Trigo	210-2.900	3.800 (cebada en la República Checa)	
	Maíz	la harina del pan (trazas)		
Patulina	Jugo de manzana	9-146	1.000	50 ppb (µg/kg) En jugo de manzana o alimento que contienen jugo de manzana como un ingrediente
Tricoticonos	Harina de trigo	170-400	38.000	1 ppm para el deoxynivalenol en productos terminados de trigo.
	Harina de maíz	100-400		
	Palomitas de maíz		84,000 (en importaciones)	
	Pan	80		

† Los niveles son sólo de algunos reportes representativos. Los amplios rangos en concentraciones se han reportado especialmente en muestras contaminadas.

Fuente: Sharma, 2004

Últimamente en este sector está cobrando mucha difusión la utilización de sustancias descontaminantes naturales o sintéticas conocidas como secuestrantes, las cuales son capaces de inhibir dichos metabolitos, contrarrestando de este modo la toxicidad de los mismos. Entre estas se encuentran algunas arcillas, y zeolitas de origen volcánico, bentonitas, carbón activado, aluminocilicatos y productos de la pared celular de levaduras (Wyatt, 1991).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) quienes han evaluado las micotoxinas por diversos años considera que la presencia de mohos y micotoxinas puede reducirse mediante la aplicación de diversas medidas preventivas, tanto antes como después de la cosecha, como por ejemplo, medidas adecuadas de lucha contra plagas y enfermedades y buenas prácticas de cosecha, secado y almacenamiento.

Como lo señalamos al inicio, un modo para afrontar los riesgos asociados con la contaminación de micotoxinas consiste en utilizar un sistema integrado de prevención y control de las mismas. Los programas de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) propuesto por la JRCFA, han sido útiles para hacer frente a los riesgos asociados con posible contaminación de productos alimenticios y sustancias químicas tóxicas.

El sistema de APPCC identifica, evalúa y controla los peligros importantes para la inocuidad de los alimentos. Se trata de un enfoque estructurado y sistemático para controlar la inocuidad de los alimentos en la totalidad del sistema del producto, desde el campo hasta la mesa. Requiere un buen conocimiento de la relación entre causa y efecto, con objeto de actuar de forma más dinámica, y es un elemento clave de la Gestión de la Calidad Total (GCT). El sistema de APPCC se basa en la existencia de sistemas de gestión de la calidad sólidamente implantados, como las buenas prácticas de fabricación (BPF), las buenas prácticas de higiene (BPH), las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de almacenamiento (BPAL) (FAO, 2003).

En el Cuadro 4 se puede observar los posibles pasos para la adopción de programa APPCC para combatir las micotoxinas.

Cuadro 4. Programa de análisis de peligros y puntos críticos de control para combatir las micotoxinas en cereales

Pasos	Alimentos	Riesgo	Acción correctiva
Precosecha	Granos de cereales, oleaginosas, nueces, frutas	Infección con mohos con subsiguiente formación de micotoxinas	Utilizar variedades resistentes para el cultivo Reforzar los programas efectivos contra el control de plagas Mantener adecuados horarios de riego Buenas practicas de labranza, rotación de cultivos, etc.
Cosecha	Granos de cereales, oleaginosas, nueces, frutas	Incremento de la formación de micotoxinas	Tiempos apropiados de cosecha Mantener bajas temperaturas si es posible Remover materiales extraños Secar rápidamente por debajo de 10% de humedad
Poscosecha	Granos de cereales, oleaginosas, nueces, frutas	Incremento y/o presencia de micotoxinas	Proteger los productos almacenados de humedad, insectos, factores ambientales, etc. Almacenar los productos sobre superficies limpias y secas
Poscosecha, procesamiento y manufacturación	Granos de cereales, oleaginosas, nueces, frutas	Contaminación conducida por micotoxinas	Evaluar todos los ingredientes añadidos Monitorear las operaciones de procesamiento y manufacturación para mantener la alta calidad de los productos Seguir buenas practicas de manufacturación
Alimentos para animales	Leche, carne y productos avícolas	Transferencias de micotoxinas a productos lácteos, carnes o productos avícolas	Monitorear los niveles de micotoxinas en los ingredientes del alimento Evaluar residuos de micotoxinas en los productos

Fuente: Park *et al.* (1999)

## CONCLUSIONES

Las micotoxinas representan un peligro latente tanto para la salud humana como animal. Los riesgos asociados a la salud han sido en muchos casos caracterizados no obstante aun no se han precisado los mecanismos por los cuales estas toxinas llegan ocasionar tales daños. La capacidad de difusión y contaminación así como los efectos que aunque en mínimas dosis puedan causar, las hace presentarse como un enemigo silencioso del cual debemos aprender como afrontarlo.

La principal arma para combatir a las micotoxinas la constituye la difusión objetiva de la información a todos los integrantes de las cadenas productivas de alimentos y las consecuentes medidas de prevención y control que se puedan aplicar a lo largo de la misma.

Se debe por otra parte lograr unificar los criterios en materia de normalización de los procedimientos para el muestreo, los análisis para la detección y los niveles permisibles tratando de globalizar el problema de las micotoxinas y las acciones para contrarrestarlo.

No debemos esperar que ocurran hechos lamentables que involucren la vida ya sea humana como animal para empezar a conocer sobre las micotoxinas.

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC (Association of Analytical Chemists). 1992. Official Methods of Analysis. 15<sup>ta</sup> ed. Association of Analytical Chemists, Maryland.
- Alvarado C. 2005. Micotoxinas en nutrición animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 17 oct. 2005. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos16/micotoxinas/>
- Burdaspal P. 1998. Aflatoxinas en alimentos. *Alimentaria*, 10: 20-27.
- Calnek B., H. Barnes, C. Beard, W. Reid y H. Yorder. 1995. Enfermedades de las Aves. Editorial Manual Moderno, Mexico.

- Carabaño C. y C. Silva. 1998. Efectos de las aflatoxinas sobre el comportamiento productivo de los pollos de engordes. I Jornadas avícolas Grupo Monaca. La Victoria.
- Díaz G. 2005. Micotoxinas y micotoxicosis de importancia en salud humana en Colombia. Memorias IX Congreso Nacional de Avicultura. Federación Nacional de Avicultura. Caracas, Mayo 11 - 14. CD Rom.
- FAO 2003. Manual sobre la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas. Estudio FAO Alimentación y Nutrición N° 73, Roma. Italia.
- FAO 2004. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003. Estudio FAO Alimentación y Nutrición. N° 81. Roma, Italia.
- FDA (Food and Drug Administration). 2004. Compliance program guidance manual. Chapter 7. Molecular Biology and Natural Toxins. Mycotoxins in domestic foods. p.4.
- Gimeno A. 2005. Aflatoxina M1 en la leche. Riesgos para la Salud Pública, Prevención y Control. Disponible en [http://www.engormix.com/aflatoxina\\_m1\\_leche\\_riesgos\\_s\\_articulos\\_37\\_2\\_MYC.htm](http://www.engormix.com/aflatoxina_m1_leche_riesgos_s_articulos_37_2_MYC.htm)
- Jaramillo 2005. Aditividad, sinergismo y antagonismo entre micotoxinas y sus efectos en pollos de engorde. Resúmenes. XIX Congreso Latinoamericano de Avicultura. Asociación Latinoamericana de Avicultura. Panamá, Octubre 4-7, 2005. p 15.
- Jurado R. 1989. Toxicología Veterinaria. 2<sup>da</sup> Ed. Salvat. Madrid, España.
- Kuiper-Goodman T., P.M. Scott y H. Watanabe. 1987. Risk assessment of the mycotoxin zearalenone. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 7: 253-306
- Kuiper-Goodman T. 1994. Prevention of human mycotoxicoses through risk assessment risk management. En Miller J.D. y H.L. Trenholm (Eds)

- Mycotoxins in Grain, Compounds other than Aflatoxin. Eagan Press, St. Paul, MN. pp. 439-469.
- Lesson A., G. Díaz y J.D. Summers. 1995. Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins. Univ. Guelph. Ontario, Canadá.
- Martínez A., G. Weng y D. Park. 1993. Descontaminación de maíz contaminado con aflatoxinas por el proceso de amoniación. Acta Cient. Ven., 44 (Supl. 1): 308.
- Mazzanni C. 1998. Hongos asociados a granos de sorgo almacenados en Venezuela y su control con propianato de amonio en el laboratorio. Fisipol. Venez., 1:54.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 1983. Criterio de Salud 11. Micotoxinas. Publicación Científica N° 453.
- Osuna O. 1989. Control de las micotoxicosis en el campo avícola. Memorias "Curso de Actualización sobre Micotoxicosis Aviar" ANECA, México. pp. 82-89.
- Park D.L., H. Njapau y E. Boutrif. 1999. Minimizing risks posed by mycotoxins utilizing the HACCP concept. J. Food Nut. Agri., 23: 49-56
- Reddy A.R., V.R. Reddy, P.V. Rao y B. Yadagri. 1982. Effect of experimentally induced aflatoxicosis on the performance of commercial broiler chickens. J. Anim. Sci., 52:405-410
- Saume E. y F. Requena. 2005. Efecto del consumo de Aflatoxina B1 sobre el sistema inmune de pollos de engorde. XIX Congreso Latinoamericano de Avicultura. Asociación Latinoamericana de Avicultura. Panamá, Octubre 4-7, 2005
- Sharma R.P. 1993. Immunotoxicity of mycotoxins. J. Dairy Sci., 76: 892-897.
- Sharma R.P. 2004. Mycotoxins in the food chain: a look at their impact on immunological responses. Proc. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. 20<sup>vo</sup> Annual Symposium Alltech. pp.306-314.

- Smith T.K. 1982. Influence of mycotoxins on protein and aminoacid utilization. Federation Proceedings, 41: 2828-2832.
- Whitlow L. y W. Hagler. 2002. Mycotoxin contamination of feedstuffs. An additional stress factor for dairy cattle. North Carolina State University. Department of Animal Science. Disponible en línea. [http://www.cals.ncsu.edu/an\\_sci/extension/dairy/mycoto~1.pdf](http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/dairy/mycoto~1.pdf)
- Wood E. 1992. Mycotoxins in food and feeds in the United States. J. Anim. Sci., 70: 3941-3949
- Wyatt R. 1998. Genetic resistance in chicken to aflatoxin. Poultry Sci., 48: 425-428.
- Wyatt R. 1991. Absorción de las micotoxinas de la dieta mediante compuestos químicos. Avicultura Profesional, 8(4): 151-153.

## Comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas con proteína no degradable

Belkys J. Vásquez M<sup>1\*</sup> y Pedro Bastidas M<sup>2</sup>

### RESUMEN

Para evaluar el efecto del consumo de dos niveles de proteína no degradable (harina de pescado) en el rumen (PNDR) sobre el comportamiento reproductivo postparto, 30 vacas Brahman de primera lactancia fueron asignadas al azar a tres grupos. El grupo A (n=10) recibió 40% de PNDR, el grupo B (n=10) recibió 60% de PNDR y el grupo C (n=10) no recibió suplementación. La suplementación comenzó 60 días antes del inicio de la temporada de servicios (TS). Los animales se mantuvieron en potreros con pasturas de *Panicum maximum*, *Brachiaria mutica* y *Cynodon plectostachyus*. Las vacas y los becerros fueron evaluados quincenalmente para determinar ganancia diaria promedio (GDP) y condición corporal (CC). Dos veces por semana se realizaron ecosonografías transrectales para la evaluación los folículos presentes, además de extraerse 10 ml de sangre para la cuantificación de progesterona. Los grupos A y B presentaron una mayor GDP al inicio de la TS (P<0,04). El grupo A tendió (P<0,1) a una mejor condición corporal al inicio de la TS comparado con el grupo control. A los 30 y 60 días de temporada, el grupo A se encontraba en mejor condición corporal (P<0,02) y (P<0,08), respectivamente, comparado con el grupo control. El grupo B tendió (P<0,1) a presentar una mayor proporción de celos durante el primer mes de TS, comparado con el grupo A y Control. En el segundo mes de TS, el número de celos fue mayor (P<0,02) y el intervalo inicio de suplementación- primer celo fue menor (P<0,02) para el grupo B comparado con el grupo Control. El número de folículos clase 1 y clase 2 no

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

<sup>2</sup> Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. Maracay, Aragua 2101. Venezuela.

Recibido: 16/08/05 Aceptado: 21/11/05

fue afectado por los tratamientos ( $P>0,05$ ). El número de folículos clase 3 fue mayor ( $P<0,04$ ) en el grupo B, comparado con el grupo A y Control. La suplementación estratégica con PNDR, previo al inicio de la temporada de servicios, puede mejorar el comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactación.

*Palabras clave:* Proteína no degradable, vacas Brahman, anestro postparto, folículos ováricos.

### Reproductive performance of first lactating Brahman cows supplemented with undegradable protein

#### SUMMARY

To evaluate the effect of the two undegradable protein levels (UDP) in the diet on reproductive performance, 30 first-calf Brahman heifers were assigned at random to three groups. Group A ( $n=10$ ) received 40% of UDP, group B ( $n=10$ ), received 60% of UDP, and group C ( $n=10$ ) without any supplementation. The supplementation started 60 d before the beginning of the breeding season (BS). The animals were maintained on pastures of *Panicum maximum*, *Brachiaria mutica* and *Cynodon plectostachyus*. Cows and calves were evaluated biweekly to determine average daily gain (ADG) and body condition score (BCS). Ultrasound was performed twice a week and blood samples (10 mL) were collected to determine progesterone. Cows in groups A and B had a greater ADG at the beginning of the BS ( $P<0.04$ ) compared to control cows. Also animals in group A did tend ( $P<0.1$ ) to have better BCS at the beginning of the BS than cows in control group. Furthermore, 30 and 60 d from the beginning of the BS, cows from group A had better BCS ( $P<0.02$  and  $P<0.08$ , respectively), compared to the control group. Cows of group B tended ( $P<0.1$ ) to have a greater proportion of estrus during the first month of BS compared to the group A and control group. During the second month of BS, the number of cows in estrus was greater for group B ( $P<0.02$ ) than in cows of the control group. The interval from supplementation to first estrus was shorter for group B ( $P<0.02$ ). The number of class 1 and class 2 follicles were not affected by treatment ( $P>0.05$ ). However, the number of class 3 follicles was greater ( $P<0.04$ ) in group B than in A and control groups. The strategic UDP supplementation, before the beginning of the breeding season, can improve the reproductive performance of first-calf Brahman heifers.

*Keywords:* Undegraded protein, Brahman cows, ovarian follicles, anestrus postpartum.

#### INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que afectan la eficiencia reproductiva del ganado *Bos indicus* en condiciones tropicales, lo constituye el comportamiento reproductivo de las vacas Brahman de primera lactancia, las cuales presentan intervalos entre partos muy prolongados debido a la mala nutrición y al manejo (Olivares, 1981; Plasse, 1988). Por otra parte, la implementación de un temporada de monta restringida y las deficiencias alimenticias críticas, hacen muy difícil el reinicio de la ciclicidad estral de vacas Brahman, particularmente las de primer parto. Estas condiciones de estrés son igualmente limitantes para alcanzar una alta fertilidad en el rebaño.

Estudios previos han sugerido que la suplementación proteica puede mejorar la reproducción del ganado de carne (Nolan *et al.*, 1988). Investigaciones posteriores reportaron los beneficios de la incorporación de proteína no degradable en el rumen (PNDR). En este sentido, la NRC (1996) resaltó que el cálculo de los requerimientos proteicos en el ganado de carne debe incluir los requerimientos de proteína degradable en el rumen (PDR) y los requerimientos de PNDR.

Wiley *et al.* (1991) y Anderson *et al.* (2001) concluyeron que después de cubrir los requerimientos de proteína degradable en el rumen, el aporte de proteína adicional como proteína no degradable en el rumen puede disminuir la duración del anestro postparto, además de mejorar la tasa de concepción (Triplett *et al.*, 1995). Esto puede ser explicado por el hecho de que los mediadores del balance energético y la función reproductiva son influenciados por la suplementación proteica (Wiley *et al.*, 1991; Noguchi, 2000; Hess *et al.*, 2005).

El eje hipotálamo-hipófisis-ovario tiene un rol fundamental en la integración del estatus nutricional y la función reproductiva (Schillo, 1992; Wiltbank *et al.*, 2002). En este sentido, Richards *et al.* (1989) asociaron la subnutrición con la disminución de la secreción de las hormonas FSH y LH. Estudios más recientes realizados por Kane *et al.* (2002) reportaron el aumento de la secreción de LH inducida por GnRH, después de la suplementación con PNDR.

Por otra parte, Kane *et al.* (2004) sugirieron que las variaciones del comportamiento reproductivo debido al consumo de PNDR en vacas de carne, puede estar asociado con cambios en la síntesis, almacenamiento y secreción de gonadotropinas en la glándula pituitaria anterior y/o dinámica folicular.

En nuestro país existe poca información con respecto a la suplementación de vacas de carne con PNDR, por consiguiente el objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la adición de PNDR en la dieta, previo al inicio de la temporada de servicios, sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental La Cumaca, perteneciente a la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, ubicada en San Felipe, estado Yaracuy. Esta Estación se ubica en una zona de bosque seco a bosque húmedo tropical con dos estaciones climáticas bien definidas, de enero a mayo la estación seca y desde la segunda mitad de mayo a septiembre, la de lluvia. La precipitación anual es de 1.868 mm, una altitud aproximada de 130 msnm y una temperatura promedio de 26-28°C.

Se utilizaron 30 vacas Brahman registradas, de primer parto, las cuales parieron entre los meses de enero a abril. Al momento del parto fueron asignadas al azar a tres grupos de suplementación. El grupo A recibió 2 kg/animal/día de un suplemento basado en harina de pescado con un 40% de PND, el grupo B recibió 2 kg/animal/día de suplemento con un 60% de PND y el grupo C no recibió suplementación (grupo control). Todos los animales recibieron mezclas minerales completas.

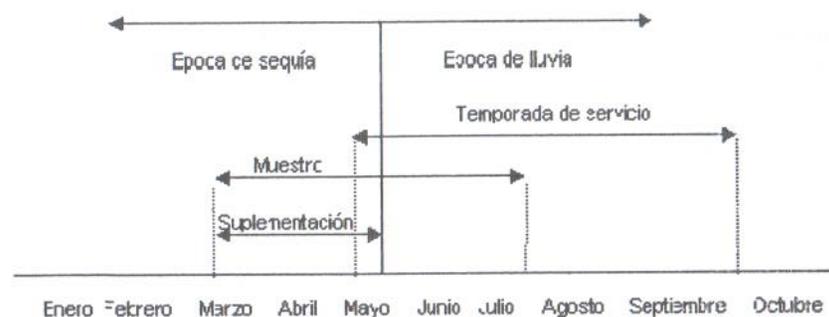


Figura 1. Esquema general del ensayo

La base de la ración experimental fue una dieta isoenergética (73% NDT) y con un contenido de proteína cruda (PC) del treinta por ciento (30%) para la dieta A y del treinta y cinco por ciento (35%) para la dieta B (Cuadro 1). La ración base fue la misma para los dos grupos de animales y aportó harina de pescado, afrecho de trigo, melaza y harina de algodón (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición del alimento suministrado en el experimento

Composición, %	Dieta A	Dieta B
MS	89	89
PC	30	35
NDT	73	73
FDA	15	12
PC nd	40	60
EE	5,8	6,7
Cenizas	8,4	11,3
Ca	0,81	2,01
P	1,46	1,82
Harina de pescado	10	30
Afrecho de trigo	50	30
Melaza	10	15
Harina de algodón	30	25

La suplementación se suministró diariamente y comenzó 60 días antes del inicio de la temporada de servicios hasta 15 días después de iniciada la temporada (Figura 1). Todos los animales fueron mantenidos en pasturas tipo *Panicum maximum*, *Brachiaria mutica* y\* *Cynodon plectostachyus*,

siendo separados al momento de recibir el suplemento. Estudios previos realizados a los pastizales, muestran que el contenido de PC varió de 5 a 7,7%.

Las vacas y los becerros fueron evaluados cada dos semanas para determinar ganancia diaria promedio (GDP), condición corporal (CC). Para la medición de la condición corporal, se utilizó la escala del uno al nueve, donde uno es emaciado y nueve es obeso (Wagner *et al.*, 1988).

Dos veces por semana se realizaron palpaciones y ecosonografías transrectales para la evaluación del tamaño y número de los folículos presentes. Se utilizó un equipo de ultrasonido tiempo real, modelo lineal, equipado con una sonda rectal de 7,5 MHz. Los folículos fueron clasificados de acuerdo a lo establecido por Díaz *et al.* (1998), de la siguiente manera: clase 1 (folículos  $\leq 5$  mm); clase 2 (folículos de 6 a 9 mm); clase 3 (folículos  $\geq 10$  mm). Fue definido como folículo dominante, un folículo mayor de diez milímetros presente en el ovario, en ausencia de otros folículos grandes (Murphy *et al.*, 1990).

Además dos veces a la semana se tomaron 10 mL de sangre por venipuntura coccígea para la cuantificación de progesterona ( $P_4$ ). Estas muestras fueron centrifugadas a 3.000 rpm durante 10 minutos y posteriormente congeladas a  $-20^\circ\text{C}$  hasta su procesamiento por radioinmunoanálisis (RIA) de fase sólida sin extracción. La determinación de  $P_4$  se realizó utilizando kits suministrados por la Agencia Internacional de Energía Atómica (Viena, Austria). Se consideró actividad luteal niveles de  $P_4$  superiores a 1 ng/mL (Bishop *et al.*, 1994).

Sesenta días después de iniciada la suplementación, todos los animales ingresaron a una temporada de servicios de cinco meses (Figura 1).

La detección de celo se realizó por observaciones directas diarias, dos veces al día, complementadas con toros receladores epidididectomizados y con desviación de pene, provistos de un arnés marcador. A los diecinueve días de iniciada la temporada de servicios, todos los animales fueron sometidos a un régimen de amamantamiento restringido. Un animal del estudio presentó valores de  $P_4$  mayores a 1 ng/mL al inicio del ensayo y fue excluido del experimento. Otro animal fue excluido por muerte del becerro.

El diseño aplicado fue completamente aleatorizado, donde los datos obtenidos de: intervalo inicio de suplementación - primer celo (IPC), número de servicios por concepción (NSC), ganancia diaria promedio (GDP),

cambios de condición corporal (CCC), número de folículos totales clase 1, clase 2 y clase 3 (NFT), fueron ajustados para grupo de estudio y se analizaron a través del método de mínimos cuadrados. En el caso de la variable número de folículos clase 3, por no seguir una distribución normal, se realizó una transformación de raíz cuadrada. Para el análisis de CCC, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos. Para el análisis de IPC, NSC, GDP, CCC y NFT se incluyó en el modelo el efecto del tratamiento únicamente. El efecto del tratamiento sobre el porcentaje de celos durante el segundo mes y tercer mes de la temporada de servicios, sobre el porcentaje de preñez total, así como el efecto del tratamiento sobre el porcentaje de animales con folículo dominante, fue comparado usando pruebas de chi cuadrado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los primeros treinta días, después del inicio de la suplementación, no se observó diferencias en GDP entre los grupos y éstos mantuvieron una disminución mínima de peso (Figura 2). A los sesenta días del ensayo se observa una ganancia de peso a favor de los grupos suplementados ( $P < 0,04$ ). Estos resultados concuerdan con los datos aportados por Anderson *et al.* (2001), quienes concluyen que la suplementación con PND redujo la pérdida de peso durante el periodo de lactancia en vacas de carne de primer parto. Para los meses restantes del ensayo no se observan diferencias entre los grupos. La GDP de los becerros no fue afectada por los tratamientos ( $P > 0,05$ ), lo cual coincide con lo expuesto por Alderton *et al.* (2000) y Strauch *et al.* (2001).

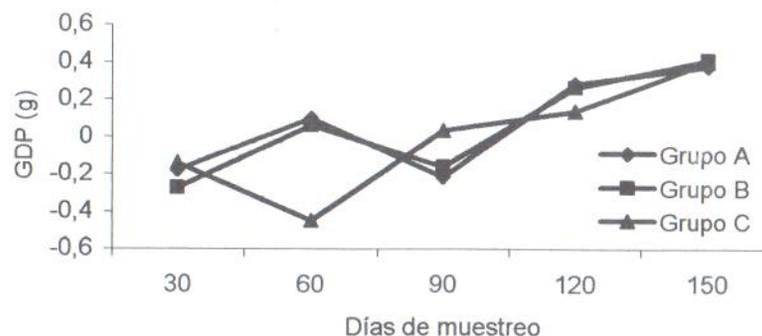


Figura 2. Ganancia diaria promedio de peso (GDP) en vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 días antes hasta 15 días después de la temporada de servicios (TS).

En cuanto a la condición corporal, hubo una tendencia ( $P<0,1$ ) a una mayor condición corporal en los animales del grupo A, comparados con los animales del grupo control, al inicio de la temporada de servicios (TS) (Figura 3). Este grupo igualmente tuvo una mejor condición corporal a los 30 ( $P<0,02$ ) y 60 días ( $P<0,08$ ) de iniciada la TS, comparado con el grupo control. Estos resultados son comparables a los reportados por Alderton *et al.* (2000), al suministrar PNDR conjuntamente con PDR. Similarmente, Strauch *et al.* (2001), encontraron que a medida que avanzaba el periodo postparto, las vacas suplementadas con PNDR presentaron una mayor condición corporal comparadas con las vacas que no la recibieron. En los meses restantes, de la TS no se observaron diferencias.

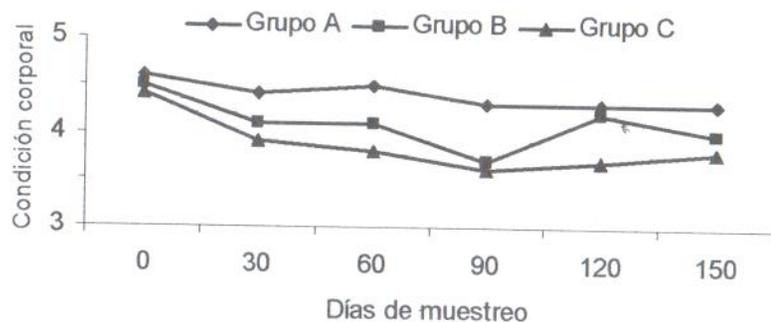


Figura 3. Cambios en condición corporal de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 días antes hasta 15 días después de la temporada de servicios.

Para la variable intervalo inicio de suplementación - primer celo se observaron diferencias ( $P<0,02$ ) entre los tratamientos (Figura 4). Las vacas del grupo B presentaron un intervalo al primer celo postparto más corto que las vacas del grupo A y control. Dhyvetter *et al.* (1993) reportaron que los animales que recibieron un menor porcentaje de PNDR, retornaron al estro más temprano. Investigaciones posteriores han encontrado que el intervalo al primer celo no es afectado por el aporte de PNDR (Alderton *et al.*, 2000; Strauch *et al.*, 2001). Sin embargo, Ciccioli *et al.* (2003) reportaron que el

intervalo al primer estro es más corto para aquellos animales que reciben una alimentación que les permite ganar más peso.

A pesar de que la tasa total de estros al final de la temporada de servicios no fue afectada por los tratamientos, las vacas del grupo B presentaron una mayor proporción de estros ( $P<0,02$ ), comparadas con las vacas del grupo control durante los primeros 60 días de la TS (Figura 5). La proporción acumulada de hembras en celo durante el tercer mes de TS fue mayor ( $P<0,05$ ) para el grupo A, con respecto al Control (Figura 6).

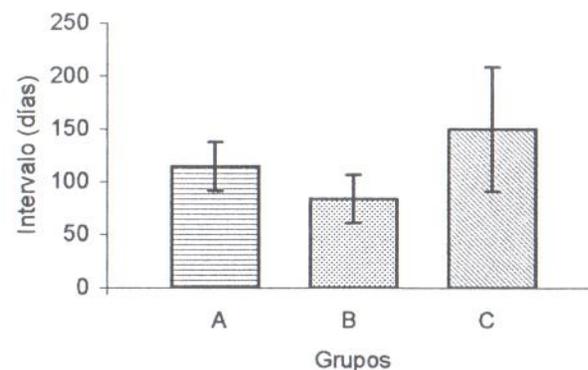


Figura 4. Intervalo inicio de suplementación - primer celo en vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 d antes hasta 15 d después de la temporada de servicios.

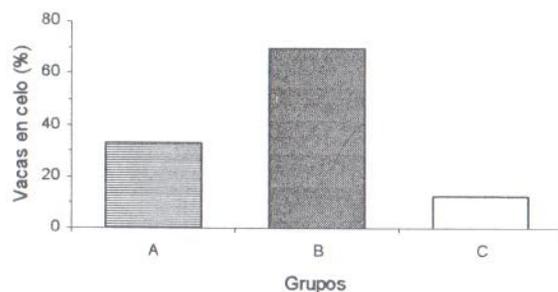


Figura 5. Proporción de celos durante los primeros 60 días de temporada de servicios, en vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 d antes hasta 15 d después de la temporada de servicios.

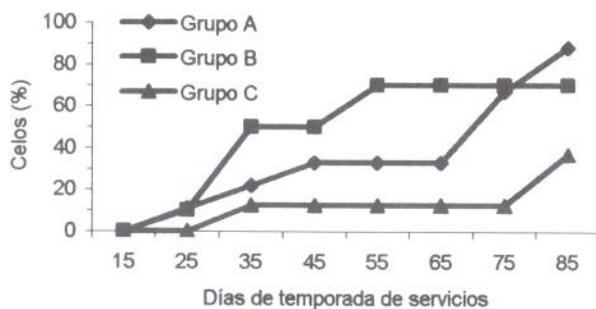


Figura 6. Proporción de celos durante los tres primeros meses de temporada de servicios, en vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 días antes hasta 15 días después de la temporada de servicios.

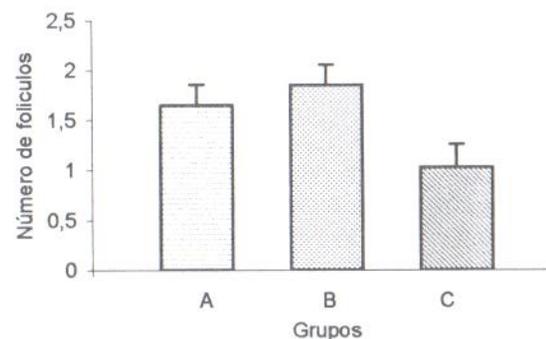


Figura 7. Número de folículos clase 3 ( $\geq 10$  mm) en vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 días antes hasta 15 días después de la temporada de servicios.

La tasa de concepción no fue afectada por los tratamientos ( $P > 0,05$ ). Estos resultados son similares a los reportados por Alderton *et al.* (2000). Sin embargo, la diferencia numérica de los grupos suplementados (56 y 50% para el grupo A y B, respectivamente) con respecto al grupo control (25%) es importante.

El número de folículos clase 1 y clase 2 durante los primeros cuatro meses del ensayo, no fueron afectados por los tratamientos ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, el número de folículos clase 3 fue mayor ( $P < 0,04$ ) en el grupo B que en el grupo control (Figura 7). Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Grimard *et al.* (1995), quienes observaron que el aporte nutricional no influyó sobre el número de folículos pequeños y medianos, pero sí sobre los folículos de tamaño grande.

Estudios previos han sugerido que la adquisición y el mantenimiento subsiguiente de la competencia reproductiva postparto es el resultado de la integración funcional del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Schillo, 1992). Es conocido que durante el periodo postparto se produce una fuerte retroalimentación (feed-back) negativa ejercido por el estradiol a nivel pituitario. Esto trae como consecuencia una disminución en la frecuencia y en la amplitud de los pulsos de LH, que finalmente afectan el crecimiento y el desarrollo folicular. Este efecto negativo del estradiol se ve potenciado por el amamantamiento (Murphy *et al.*, 1990) y por un aporte nutricional

inadecuado, el cual es señalado mediante numerosos signos metabólicos que de una manera integrada influyen los procesos reproductivos.

Según Stagg *et al.* (1995), los procesos involucrados en los eventos tempranos del crecimiento y desarrollo folicular durante el postparto, son independientes de altos o bajos planos nutricionales y del estímulo del amamantamiento, lo cual quizás explica el hecho de no existir diferencias entre tratamientos para las clases foliculares uno y dos. Sin embargo, los eventos finales de maduración folicular requieren de un incremento en la concentración y frecuencia pulsátil de LH (Fortune, 1994), la cual puede estar comprometida por la presencia del becerro, el estímulo del mamado (Williams, 1990), además de la restricción nutricional crónica (Bossis *et al.*, 1999).

Investigaciones realizadas por Hess *et al.* (1998) demostraron que el aporte de aminoácidos (AA) protegidos de la degradación ruminal, incrementa la cantidad de AA disponibles para la gluconeogénesis, además de mantener otras funciones metabólicas como la síntesis proteica. Igualmente, la baja disponibilidad de glucosa, disminuye la liberación hipotalámica de GnRH (Wetteman *et al.*, 2003). Revisiones posteriores realizadas por Hess *et al.* (2005), sugieren que las regiones del cerebro responsables de la liberación de LH, detectan el incremento en el aporte de los AA metabolizables, o tal vez los imbalances de AA específicos. Estos mismos autores establecen que los múltiples signos metabólicos que reflejan el estatus nutricional son integrados en las regiones del cerebro que regulan la reproducción y que posiblemente ejercen sus efectos al influenciar las hormonas involucradas en la modulación del eje hipotálamo-hipofisario. En este sentido, Kane *et al.* (2004) reportaron que la suplementación con PDR puede alterar la función pituitaria y ovárica, influenciando el comportamiento reproductivo de novillas de carne.

Al evaluar el número de animales que presentaron un folículo dominante, se observó que más animales del grupo B ( $P < 0,04$ ) presentaron folículos dominantes, comparados con los animales del grupo control (Figura 8), específicamente durante el primer mes de temporada de servicios. Esta observación coincide con los datos aportados por Grimard *et al.* (1995), quienes observaron que el número de animales con folículo dominante se incrementa con el tiempo, sobre todo en el grupo de animales que recibían suplementación.

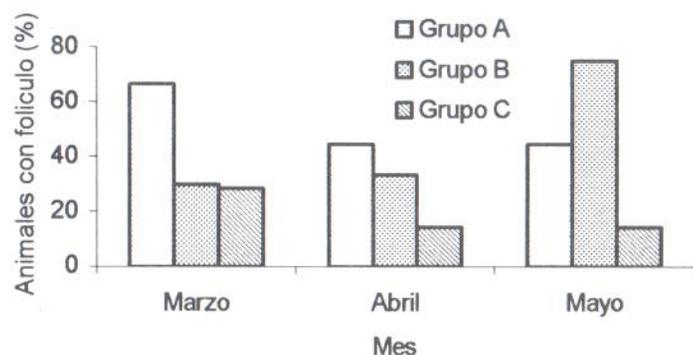


Figura 8. Proporción de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas o no con proteína no degradable desde 60 días antes hasta 15 días después de la temporada de servicios, con folículo dominante desde el inicio de la suplementación hasta el fin del ensayo.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo nos permiten inferir que para las vacas de primera lactancia que están restringidas a una temporada de servicios, un manejo apropiado que incluya suplementación estratégica previo al período de servicios, puede mejorar el peso y la condición corporal al inicio de esa temporada, y conjuntamente con la implementación de un sistema de amamantamiento restringido, puede mejorar el comportamiento reproductivo de los animales en esa temporada de servicios.

## CONCLUSIONES

La suplementación con proteína sobrepasante disminuyó el número de días para el primer celo e incrementó la proporción de vacas en celo los primeros sesenta días de temporada de servicios, mientras esos mismos grupos mantenían una ligera ganancia de peso y condición corporal. Este incremento en peso y condición corporal se observa principalmente cuando el forraje es limitado. Una vez que la oferta forrajera aumenta, el efecto no es significativo. Por otra parte, el aumento de la tasa de ganancia de peso y de la condición corporal al inicio de la temporada de servicios está relacionado con el mejoramiento del comportamiento reproductivo, lo cual se traduce en un aumento potencial de vacas preñadas al inicio de la temporada de servicios, un incremento de la vida productiva de la vaca y en una exitosa producción vaca-becerro-año.

## BIBLIOGRAFIA

- Alderton B.W., D.L. Hixon, B.W. Hess, L.F. Woodard, D.M. Hallford y G.E. Moss. 2000. Effects of supplemental protein type on productivity of primiparous cows. *J. Anim. Sci.*, 78: 3027-3035.
- Anderson L., J. Paterson, R. Ansotegui, M. Cecava y W. Schmutz. 2001. The effects of degradable and undegradable intake protein on the performance of lactating first-calf heifers. *J. Anim. Sci.*, 79: 2224-2232.
- Bishop D.K., R.P. Wetteman y L.J. Spicer. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. Anim. Sci.*, 72: 2703.
- Bossis I., R. Wettemann, S. Welty, J. Vizcarra, L. Spicer y M. Diskin. 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci.*, 77: 1536-1546.
- Ciccioli N., R.P. Wetteman, L.J. Spicer, C.A. Lents, F.J. White y D.H. Keisler. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.*, 81: 3107-3120.
- Dhuyvetter D.V., M.K. Petersen, R.P. Ansotegui, R.A. Bellows, B. Nisley, R. Brownson y M.W. Tess. 1993. Reproductive efficiency of range beef cows fed different quantities of ruminally undegradable protein before breeding. *J. Anim. Sci.*, 71: 2586.
- Diaz T., E.J.P. Schmitt, R.L. De La Sota, M.J. Thatcher y W.W. Thatcher. 1998. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. *J. Anim. Sci.*, 76: 1929.
- Fortune J.E. 1994. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol. Reprod.*, 50: 225.
- Grimard B., P. Humblot, A. Ponter, J. Mialot, D. Sauvant y M. Thibier. 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status plasma

- LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil.*, 104: 173.
- Hess B., E.J. Scholljergdes, S.A. Coleman y J.E. Williams. 1998. Supplemental protein plus ruminally protected methionine and lysine for primiparous beef cattle consuming annual rye hay. *J. Anim. Sci.*, 76:1767-1777.
- Hess B., S.L. Lake, E.J. Scholljergdes, T.R. Weston, V. Nayigihugu, J.D. Molle y G.E. Moss. 2005. Nutritional controls of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.*, 83 (Suppl. 1): E90-E106.
- Kane K., K.W. Creighton, M.K. Petersen, D.M. Hallford, M.D. Remmenga y D.E. Hawkins. 2002. Effects of varying levels of undegradable intake protein on endocrine and metabolic function of young postpartum beef cows. *Theriogenology*, 57: 2179-2191.
- Kane K., D.E. Hawkins, G.D. Pulsipher, D.J. Denniston, C.R. Krehbiel, M.G. Thomas, M.K. Petersen, D.M. Hallford, M.D. Remmenga, A.J. Roberts y D.H. Keisler. 2004. Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 82: 283-291.
- Murphy M.G., M.P. Boland y J.F. Roche. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckler cows. *J. Reprod. Fertil.*, 90: 523.
- Noguchi T. 2000. Protein nutrition and insulin-like growth factor system. *Brit. J. Nutr.*, 84: S241-S244.
- Nolan C.J., R.C. Bull, R.G. Sasser, C.A. Ruder, P.M. Panlasigui, H.M. Schoenemann y J.J. Reeves. 1988. Postpartum reproduction in protein restricted beef cows: Effect on the hypothalamic- pituitary-ovarian axis. *J. Anim. Sci.*, 66: 3208-3217.
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7<sup>ma</sup> ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Olivares R. 1981. Efecto de la suplementación sobre la eficiencia reproductiva de vacas Brahman de primera lactancia. Tesis de Maestría, Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la

Inseminación Artificial. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 86p.

Plasse D. 1988. Factores que influyen la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina tropical y estrategias para mejorarla. IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 1-51.

Richards M.W., R.P. Wettemann y H.M. Schoenemann. 1989. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *J. Anim. Sci.*, 67: 1520-1526.

Schillo K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.*, 70: 1271-1282.

Stagg K., M.G. Diskin, J.M. Sreenan y J.F. Roche. 1995. Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.*, 38: 49.

Strauch T., E.J. Scholljegerdes, D.J. Patterson, M.F. Smith, M.C. Lucy, W.R. Lamberson y J.E. Williams. 2001. Influence of undegraded intake protein on reproductive performance of primiparous beef heifers maintained on stockpiled fescue pasture. *J. Anim. Sci.*, 79:574-581.

Triplett B.L., D.A. Neuendorff y R.D. Randel. 1995. Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows. *J. Anim. Sci.*, 73:3223-3229.

Wagner J. ., K.S. Lusby, J.W. Oltjen, J. Rakestraw, R.P. Wetteman y L.E. Walters. 1988. Carcass composition in mature hereford cows: estimation and effect on daily metabolizable energy requirements. *J. Anim. Sci.*, 66:603.

Wetteman R., C.A. Lents, N.H. Ciccioli, F.J. White y I. Rubio. 2003. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.*, 81(Suppl. 2):E48-E59.

Wiley J.S., M.K. Petersen, R.P. Ansotegui y R.A. Bellows. 1991. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. *J. Anim. Sci.*, 69:4279-4293.

Williams G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J. Anim. Sci.*, 68: 831.

Wiltbank M.C., A. Gumen y R. Sartori. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 57:21-52.

## Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde

Aníbal Pérez<sup>1</sup>, Néstor E. Obispo\*<sup>2</sup>, José Palma<sup>2</sup> y Claudio F. Chicco<sup>3</sup>

### RESUMEN

Con híbridos comerciales mejorados genéticamente para la condición magro, en la fase de acabado (hembras y machos castrados), se evaluó el efecto de dos niveles de ractopamina (RAC) en la dieta (0 y 10 ppm) y tres niveles de lisina (Lis): 0,95 1,05 y 1,15% sobre la ganancia diaria de peso (GDP), peso canal caliente (PCC) y fría (PCF a 24 y 48 h), porcentaje de rendimiento en canal (REN) y pérdidas por goteo a las 24 (M24) y 48 horas (M48). Hubo una interacción ( $P < 0,001$ ) entre el nivel de RAC y el sexo para GDP, donde la adición de RAC a la dieta permitió que las hembras igualaran a los machos castrados. La GDP fue mayor ( $P < 0,001$ ) para el tratamiento que recibió el máximo nivel de lisina en la dieta, superando éste a los niveles 0,95 y 1,05% en 8,2 y 11,03%, respectivamente. El PCC mostró un efecto inverso en relación al nivel de lisina, siendo más alto ( $P < 0,01$ ) para el tratamiento con 0,95% de lisina, superando en 4,9 y 3,5 kg a los niveles 1,05 y 1,15%, respectivamente. El REN no se vio afectado por el nivel de este aminoácido en la dieta. Igual comportamiento se observó para PCF24 y PCF48. Las M24 y M48 fueron afectadas ( $P < 0,001$ ) en relación al nivel de lisina con las mermas más altas en el nivel 1,05% (2,61 y 1,80 kg, respectivamente). Igualmente, en ambos casos, las menores pérdidas fueron observadas al nivel 1,15% de lisina (1,92 y 1,23 kg para M24 y M48, respectivamente). La

<sup>1</sup> Ing. Agr., MS., Ejercicio Libre.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apartado postal 4653. Maracay 2101, Aragua. Venezuela. \*Correo electrónico: nobispo@inia.gob.ve

<sup>3</sup> Universidad Central de Venezuela. Facultades de Ciencias Veterinarias y Agronomía. Postgrado de Producción Animal. Maracay, Aragua. Venezuela.

inclusión de RAC afectó el PCC, siendo mucho más alta ( $P < 0,001$ ) en relación al control superándolo en 5,86 kg. El REN fue más alto ( $P < 0,05$ ) para el tratamiento RAC10, superando este al control en 0,9 unidades porcentuales. Los valores de PCF24 y PCF48, en relación a la RAC resultaron mucho más altos ( $P < 0,001$ ) en RAC10, superando éstos al control en 5,863 y 5,13 kg, respectivamente. Las M24 fueron similares entre los tratamientos RAC0 y RAC10. La M48 fue mayor ( $P < 0,001$ ) en 0,709 kg para el tratamiento con RAC.

*Palabras clave:* Cerdos, ractopamina, lisina, rendimiento en canal, ganancia diaria de peso.

### Effect of ractopamine and lysine levels on the performance of leaning pigs in the finishing phase

#### SUMMARY

Genetically improved leaning pigs (gilts and barrows) in the finishing phase were used to investigate the effect of two levels of ractopamine (RAC: 0 and 100 ppm) and three levels of lysine (Lys: 0.95, 1.05, and 1.15%) on the average daily gain (ADG), hot (Hw) and cold (Cw: 24 and 48 h) weights, dressing percentage (DP), and drip losses at 24 (DL24) and 48 hours (DL48). There was an interaction between sex and RAC which allowed gilts ADG were similar than those observed for barrows. ADG was higher ( $P < 0.001$ ) for those pigs on Lys 1.15%, with increases of 8.2 and 11.03% for the treatments Lys 0.95 and 1.05%, respectively. Hw was higher ( $P < 0.01$ ) for Lys 0.95% than Lys 1.05 and 1.15% by 4.9 and 3.5 kg, respectively. DP, Cw 24 and 48h were not affected by the level of this amino acid in the diet. Lys at 1.05% showed higher ( $P < 0.001$ ) drip losses at 24 and 48h, with values of 2.61 and 1.80 kg, respectively. The lower drip losses were observed for Lys 1.15% (1.92 and 1.23 kg, for 24 and 48 h, respectively). RAC10 was 5.85 kg higher ( $P < 0.001$ ) in Hw than control. Similarly, adding RAC showed higher (0.9 percentage units) than RAC0 ( $P < 0.05$ ). Cw at 24 and 48 h were much higher RAC10 with increases of 5.863 and 5.13 kg, respectively, as compared to RAC0. DL 24 were similar between treatments, however DL48 was higher ( $P < 0.001$ ) by 0.709 kg for RAC10 as compared to RAC0.

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

### INTRODUCCIÓN

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

El empleo de ractopamina ha permitido experimentar resultados variables sobre el cerdo al ser adicionada a valores desde 5, 10 y 20 ppm sobre la respuesta productiva, ganancia diaria de peso (Dunshea *et al.*, 1993a; Williams *et al.*, 1994), rendimiento en canal (Williams *et al.*, 1994; Crome *et al.*, 1996) y pérdidas por goteo. Sin embargo las pruebas señalan que el efecto más notorio de este compuesto se manifiesta sobre la modificación de las características del tejido magro (Armstrong *et al.*, 2004).

Por otro lado, al señalar de los requerimientos de aminoácidos en la alimentación de los cerdos, hay que tomar en cuenta que éstos se basan en suplir en primera instancia los requerimientos de lisina, el cual se considera como el principal aminoácido limitante en la alimentación de esta especie (Batterham *et al.*, 1990; Bikker *et al.*, 1994). Sin embargo, otras investigaciones estiman que los aminoácidos azufrados (AAS) metionina y cisteína también son limitantes, por lo que entonces, será importante mantener una óptima proporción AAS:lisina (Knowles *et al.*, 1998). Se considera que para minimizar la deposición de grasa y garantizar un buen crecimiento y desarrollo muscular, esta proporción debería estar cercana al 0,67%. Sin embargo, parece no ser así en aquellos animales alimentados a base de maíz, harinas de soya o sorgo, los cuales dependerán más del nivel de lisina suministrado (Knowles *et al.*, 1998). Por consiguiente, la distribución

del resto de los aminoácidos en la proteína va a depender de la cantidad de lisina requerida por el cerdo en su respectivo estado fisiológico constituyéndose de esta manera en lo que se ha llamado la proteína ideal.

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

Los requerimientos de aminoácidos en los cerdos se encuentran influenciados, entre otros, por factores genéticos (magro vs. grasa), sexo, concentración de energía de la dieta, biodisponibilidad de estos aminoácidos y la frecuencia de alimentación (Hahn *et al.*, 1995). Se han evaluado los efectos de la lisina en las características de la canal del cerdo, sobre el rendimiento de la canal al beneficio, profundidad de la grasa dorsal en la última y antepenúltima costilla, área del músculo *longissimus dorsi* y porcentaje de tejido magro, encontrándose resultados variables de acuerdo al nivel de incorporación dado, capacidad genética y el sexo (Hansen y Lewis, 1993; Hahn *et al.*, 1995).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la ractopamina a tres diferentes niveles de lisina en la ganancia de peso y el rendimiento de de la canal en cerdos en la fase de ceba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la granja "Los 333" del grupo "La Caridad C.A." ubicada en las afueras de la localidad de Parapara de Ortiz, municipio Roscio del estado Guárico. De una población de 3.500 cerdos mejorados genéticamente de la línea Pig Improvement Company (PIC), híbrido comercial proveniente del cruce de las razas Landrace, Duroc, Large White, Hampshire, Berkshire, Pietrain y Meishan, se seleccionaron 180 animales con una edad y peso inicial de 156 días y  $93 \pm 10$  kg, respectivamente. La muestra estuvo constituida por hembras y machos castrados en similares proporciones dentro de los corrales. Los cerdos se alojaron a razón de 30 animales por corral, asignados al azar considerándose la talla para minimizar los efectos de dominancia dentro del corral. En base a

los registros de humedad y temperatura de la unidad de producción se consideró que, a lo largo y ancho de los galpones, los diferentes corrales eran homogéneos en la condición microambiental. Cada cerdo experimental fue identificado en la oreja derecha de manera de facilitar la recolección de los datos.

Los animales se asignaron a los tratamientos en base a un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (dos niveles de ractopamina x tres niveles de lisina y dos sexos). Los diferentes tratamientos se muestran en el Cuadro 1.

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

Cuadro 1. Tratamientos experimentales

Ractopamina, ppm	Lisina, %		
	0,95	1,05	1,15
0	1	2	3
10	4	5	6

Cuadro 2. Análisis químico de los nutrientes de las dietas experimentales.

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

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales

Ingrediente, %	Tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
Maíz amarillo	67,92	68,09	68,26	66,88	67,05	67,22
Harina de soya 47%	22,24	21,94	21,64	22,41	22,11	21,81
Sebo	2,65	2,63	2,62	3,02	3,01	2,99
Sal®	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Fosfato monodical.	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Carbonato fino	1,53	1,54	1,54	1,53	1,53	1,54
Ractopamina	0	0	0	0,50	0,50	0,50
Melaza	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Lisina HCL 78	0,17	0,31	0,45	0,17	0,31	0,45
Ronozyme	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Salinomicina 1,25%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina Clorhidrato 75	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Aroma de frutas mixtas	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Saborizante (Luctarom)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Premezcla Vitaminas	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Premezcla Minerales	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Es importante aclarar, a fin de evitar una mala interpretación de los resultados aquí presentados, que en esta investigación no se midió la variable consumo de alimento. Sólo con carácter informativo para los efectos de la discusión, se realizó una estimación de este valor para cada uno de los tratamientos, ya que los cerdos no estuvieron ubicados en puestos individuales y, por supuesto, no hay suficientes replicaciones para el análisis estadístico. Esta estimación de consumo se realizó similarmente a lo que a campo realiza el productor en la unidad de producción (consumo total del lote en un período dado) y una estimación promedio de ganancia diaria en ese período dado. Con las estimaciones de consumo y las reales de ganancia diaria de peso de cada tratamiento, igualmente se hizo para la estimación de la conversión de alimento. El resto de las mediciones se hicieron sobre cada uno de los cerdos dentro de cada tratamiento, midiéndose las siguientes

variables productivas: ganancia diaria de peso en kg (GDP), peso de la canal caliente en kg (PCC), peso canal fría a las 24 horas en kg (PCF24), peso canal fría a las 48 horas en kg (PCF48), y por diferencia se obtuvieron las pérdidas por goteo (kg) a 24 (M24) y 48 (M48) horas. La variable rendimiento se calculó en base a una proporción entre el peso vivo del animal y el peso de la canal en caliente.

Para la evaluación estadística se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \alpha\rho_{ik} + \beta\rho_{jk} + \rho_k + \epsilon_{ijk}$$

donde:

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

$\mu$  = Media teórica de la población.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel de lisina ( $i = 0, \dots, 2$ )

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel de ractopamina ( $j = 0, 1$ )

$\rho_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo sexo ( $k = 0, 1$ )

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción de primer orden del  $i$ -ésimo nivel de lisina y el  $j$ -ésimo nivel de ractopamina.

$\alpha\rho_{ik}$  = Efecto de la interacción de primer orden del  $i$ -ésimo nivel de lisina el  $k$ -ésimo sexo.

$\beta\rho_{jk}$  = Efecto de la interacción de primer orden del  $j$ -ésimo nivel de ractopamina y el  $k$ -ésimo sexo.

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

Las GDP se calcularon en base al registro inicial y final de peso de los cerdos divididos entre 28 días que duro la fase de cebado de estos cerdos [(Peso final - Peso inicial) / 28d].

El día 27, último día del ensayo, los animales fueron sometidos a un proceso de ayuno por 16 horas, de manera de garantizar al máximo la

desocupación de las vísceras intestinales y además, disminuir el enrojecimiento de la canal al momento del beneficio.

Una vez transportados al matadero, los animales se agruparon por tratamientos, y se sacrificaron por aturdimiento a través de choques eléctricos, degollado, escalado y desviscerado, preservándose las canales, la piel, cabeza y patas.

Las canales se pesaron y la data se registró de acuerdo a su identificación auricular; esta pesada representó el peso de la canal caliente. Seguidamente, las canales se llevaron a las cavas de refrigeración a una temperatura de 4°C por 24 h, se pesaron nuevamente y se registraron sus pesos. Así se obtuvo el peso frío a las 24 h post beneficio. El resultado de restar el peso de la canal caliente con el peso de la canal fría a las 24 h, determinó las pérdidas por goteo a 24 h. Posteriormente, estas canales se transportaron al centro de desposte, ubicado en la zona industrial de Coropo, estado Aragua, donde se pesaron nuevamente al cabo de 24 h, obteniéndose así el peso de la canal fría a 48 h y se estimó igualmente por diferencia con el peso frío a las 24 h, las pérdidas por goteo a 48 h post beneficio.

Los datos se evaluaron a través del análisis de varianza (ANOVA) usando el programa estadístico SAS (1985) por el procedimiento GLM. Las medias se ajustaron por mínimos cuadrados y se compararon a través de la prueba de la mínima diferencia significativa (Steel y Torrie, 1980).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las respuestas productivas de los cerdos en esta investigación en ningún caso mostraron interacción estadística significativa entre los niveles de lisina y los niveles de ractopamina utilizados. Los resultados obtenidos resultaron contrarios a los obtenidos por Schinckel *et al.* (2003), Apple *et al.* (2004), Armstrong *et al.* (2004) y Carr *et al.* (2005) quienes sí observaron interacción entre el nivel de lisina y el nivel de ractopamina sobre la respuesta productiva. Si la diferencia entre los resultados de la presente investigación y la realizada por estos autores obedecen a diferencias en los niveles empleados, o a condiciones experimentales, quedará por demostrarse. Al no mostrarse efectos interactivos entre ambos factores, la discusión de los resultados se detalló sólo para los efectos principales.

Sin embargo, se observó en GDP un efecto altamente significativo ( $P < 0,001$ ) entre el nivel de ractopamina y el sexo, observándose que los

machos castrados sin ractopamina presentaban una mayor GDP con respecto a las hembras sin ractopamina (0,973 vs 0,758 kg/día), mientras que la adición de RAC a la dieta permitió a las hembras igualar a los machos en este parámetro (Figura 1). Contrariamente, Dunshea *et al.* (1993a) observaron una GDP superior en machos castrados que en hembras al suministrar 20 ppm de ractopamina en la dieta.

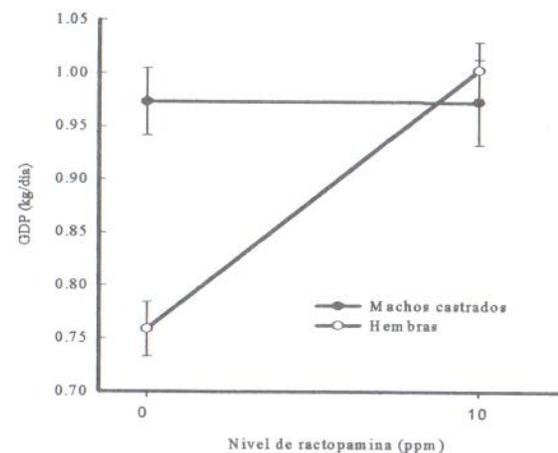


Figura 1. Efecto de la ractopamina y el sexo sobre la ganancia diaria de peso.

Los resultados de GDP, en términos de la respuesta al nivel de lisina (Cuadro 4), fueron mayores ( $P < 0,001$ ) para el tratamiento que recibió el máximo nivel de lisina en la dieta (1,15%), superando éste a los niveles 0,95 y 1,05% en 0,08 y 0,11 kg/día, respectivamente. Esto es coincidente con los resultados encontrados por Dunshea *et al.* (1993a) quienes obtuvieron mejores resultados sobre la GDP al utilizar niveles de lisina superiores (1,12; 1,31 y 1,50%). Friesen *et al.* (1994) obtuvieron mejores respuestas con niveles más bajos de lisina 0,9%. Por debajo 0,9% de lisina en la dieta no se observaron efectos sobre la GDP (Loughmiller *et al.*, 1998).

Los valores del peso de la canal caliente (PCC) (Cuadro 4) fueron más altos ( $P < 0,01$ ) para el tratamiento con 0,95% de lisina, superando en 4,9 y 3,5 kg a los niveles 1,05 y 1,15%, respectivamente.

Cuadro 4. Efecto de la lisina en la respuesta productiva de los cerdos en la fase de engorde

Variable†	Lisina, %			P<
	0,95	1,05	1,15	
GDP, kg/d	0,907b ± 0,031	0,879b ± 0,024	0,988a ± 0,0313	0,001
PCC, kg	100,60a ± 1,441	95,66c ± 1,408	97,06b ± 1,188	0,05
REN, %	82,43 ± 0,532	82,16 ± 0,346	81,34 ± 0,297	NS
PCF24, kg	98,44a ± 1,402	93,05c ± 1,396	95,14b ± 1,186	0,001
PCF48, kg	96,78a ± 1,385	91,25c ± 1,386	93,91b ± 1,182	0,001
M24, kg	2,16a ± 0,119	2,61a ± 0,115	1,92c ± 0,110	0,001
M48, kg	1,63b ± 0,139	1,80a ± 0,154	1,23c ± 0,075	0,001

†GDP = ganancia diaria de peso; PCC = peso canal caliente; REN = rendimiento en canal; PCF24 = peso en canal frío 24 horas; PCF48 = peso en canal frío 48 horas; M24 = pérdidas por goteo 24 horas; M48 = pérdidas por goteo 48 horas.

En cuanto al REN y el nivel de lisina, estos valores resultaron similares, independientemente del nivel del aminoácido en la dieta (Cuadro 4), tal y como fue observado por Hansen y Lewis (1993) y Chen *et al.* (1999), utilizando niveles de lisina inferiores y superiores, respectivamente, a los usados en esta investigación.

El PCF24 y PCF48 en relación con el nivel de la lisina, en ambos casos fue mucho más alto ( $P < 0,001$ ) para el tratamiento con 0,95%, superando este en 5,4; 3,3 y 5,5 y 2,9 kg, a los niveles 1,05 y 1,15% de lisina, respectivamente.

Las pérdidas por goteo M24 y M48 (Cuadro 4) se vieron afectadas ( $P < 0,001$ ) por el nivel de lisina, con las mermas más altas al nivel 1,05% (2,61 y 1,80 kg, respectivamente). Igualmente, en ambos casos, las menores pérdidas fueron observadas al nivel 1,15% de lisina (1,92 y 1,23 kg para M24 y M48, respectivamente). Se observó una mayor acumulación de grasa intramuscular con dietas deficientes en lisina, con mayores pérdidas de peso al sacrificio (Witte *et al.*, 2000). Se ha señalado que una canal más magra conduce a una mayor pérdida por goteo, debido a que las canales más magras tienden a acumular más agua (Weatherup *et al.*, 1998).

La inclusión de ractopamina afectó el PCC y fue mucho más alta ( $P < 0,001$ ) en relación al control superándolo en 5,86 kg (Cuadro 5). Aallhus *et al.* (1990) no observaron este efecto, con niveles iguales o más altos de ractopamina.

Cuadro 5. Efecto de la ractopamina en la respuesta productiva.

Variable†	Ractopamina, ppm		P<
	0	10	
PCC, kg	94,853b ± 1,002	100,708a ± 1,142	0,001
REN, %	81,515b ± 0,222	82,422a ± 0,405	0,050
PCF24, kg	92,621b ± 0,991	98,483a ± 1,131	0,001
PCF48, kg	91,419b ± 0,995	96,550a ± 1,133	0,001
M24, kg	2,232a ± 0,094	2,225a ± 0,103	0,001
M48, kg	1,202b ± 0,078	1,911a ± 0,117	0,001

†PCC = peso canal caliente, REN = rendimiento en canal, PCF24 = peso frío 24 horas, PCF48 = peso frío 48 horas, M24 = pérdidas por goteo 24 horas, M48 = pérdidas por goteo 48 horas

El REN fue mayor ( $P < 0,05$ ) para el tratamiento RAC10, superando al control en 0,9 unidades porcentuales (Cuadro 5). Respuestas mayores, entre 1,5 y 2,4 unidades porcentuales, han sido reportadas por Williams *et al.* (1994) y Crome *et al.* (1996) con incrementos superiores. Igualmente, Armstrong *et al.* (2004) observaron una tendencia a incrementar el REN al aumentar la dosis de ractopamina. Aparentemente, a medida que se incrementa el peso al sacrificio se disminuye la importancia relativa de las vísceras, es decir, ocurre un incremento de la masa muscular con una disminución del peso visceral (Weatherup *et al.*, 1998).

Los valores de PCF24 y PCF48, en relación a la ractopamina (Cuadro 5) resultaron más altos ( $P < 0,001$ ) con la inclusión de la ractopamina, superando éstos al control en 5,86 y 5,13 kg, respectivamente. Este efecto no fue observado por Aallhus *et al.* (1990) con niveles iguales o superiores de inclusión.

Al observar las M24 en relación con la inclusión de ractopamina, no se observaron variaciones; sin embargo, el valor fue mayor en 0,709 kg a las 48 h ( $P < 0,001$ ), en el tratamiento con ractopamina (Cuadro 5). La ractopamina mejora la formación de músculo (Smith y Paulson, 1994;

Spurlock *et al.*, 1994; Crome *et al.*, 1996), lo que aparentemente, conduce hacia una mayor concentración de agua en estos tejidos de la canal (Medel y Fueñtetaja, 2001), de manera que un mayor contenido de agua puede escurrir mucho más a medida que transcurre el tiempo, y en especial, si no son alcanzados los niveles mínimos de enfriamiento de la canal, los cuales deben estar entre 5 y 6°C en las próximas 20 horas después del beneficio (Honikel, 1999). Estas mermas no han sido observadas en otras investigaciones similares (Uttaro *et al.*, 1993; Stites *et al.*, 1994; Stoller *et al.*, 2003).

Cuadro 6. Efecto del sexo en la respuesta productiva

Variable†	Machos Castrados	Hembras	P<
PCC, kg	100,954a ± 1,114	94,753b ± 1,022	0,05
REN, %	82,072a ± 0,386	81,848a ± 0,263	NS
PCF24, kg	98,770a ± 1,113	92,485b ± 0,998	0,05
PCF48, kg	97,175a ± 1,104	90,965b ± 0,995	0,05
M24, kg	2,184a ± 0,102	2,268a ± 0,094	0,05
M48, kg	1,577a ± 0,117	1,520a ± 0,095	0,05

† Leyenda igual que en el Cuadro 5.

Aunque He *et al.* (1993) no observaron diferencias en el PCC entre machos castrados y hembras, en esta investigación el PCC fue mayor ( $P < 0,001$ ) en los machos castrados que en las hembras, con una diferencia de 6,201 kg (Cuadro 6). Los rendimientos de la canal tanto en las hembras como en los machos castrados fueron similares, coincidiendo estos resultados con los obtenidos en otras investigaciones (Cisneros *et al.*, 1996; Dunshea *et al.*, 1993b; Weatherup *et al.*, 1998). Igualmente, el sexo no afectó las variables M24 y M48 (Cuadro 6). No obstante, se han observado mermas mayores en las hembras que en machos castrados (Cisneros *et al.*, 1996).

Aunque en la presente investigación, no tenemos evidencias estadísticas, las estimaciones de consumo de alimento y conversión alimenticia indican, que la mejor conversión alimenticia parece ser la de aquellos tratamientos a los cuales se les suministró la ractopamina, y al considerar el nivel de lisina, los que recibieron el mayor aporte de este aminoácido (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimaciones de consumo de alimento (kg) y conversión alimenticia para cerdos en fase de engorde tratados con ractopamina y tres niveles de lisina.

Tratamiento	Consumo corral 28 días‡	Consumo/animal/día	Conversión†
0,95% lis + 0 ppm Rac.	2467	2,937	3,539
1,05% lis + 0 ppm Rac.	2200,5	2,620	3,113
1,15% lis + 0 ppm Rac.	2300,5	2,739	2,969
0,95% lis + 10 ppm Rac.	2423	2,885	2,930
1,05% lis + 10 ppm Rac.	2374	2,826	3,065
1,15% lis + 10 ppm Rac.	2327,5	2,771	2,631

† Conversión de alimento: kg alimento/kg de GDP

‡ n= 30 cerdos por corral

En la literatura se señala que a una mayor concentración de lisina en la dieta se limita el consumo, lo cual se explica por un tope de retención de lisina la cual va a limitar el consumo de la misma y la capacidad de su retención en el animal (Susenbeth *et al.*, 1999). Con el máximo nivel de lisina se puede alcanzar el tope de retención de nitrógeno en los tejidos, ya que existe un incremento del gasto calórico durante la absorción de los aminoácidos y la síntesis proteica del músculo esquelético; sin embargo, esta es compensada al existir una óptima relación lisina:energía, la cual impide la reducción del crecimiento de los tejidos (Susenbeth *et al.*, 1999).

Crome *et al.* (1996) y De Camp *et al.* (2001) observaron una mejor conversión de alimento con el empleo de ractopamina en la dieta; sin embargo, Aallhus *et al.* (1990) no observaron efecto del nivel de ractopamina en el consumo y mucho menos en la conversión de alimento, resultado posiblemente provocado por el bajo nivel de lisina utilizado.

## CONCLUSIONES

- La inclusión de 1,15% de lisina mejoró la ganancia diaria de peso de cerdos magros en la fase de engorde, siendo este nivel superior al recomendado en la literatura indicando que pudiera existir un mayor requerimiento de este aminoácido en este tipo de cerdo.
- En esta investigación, la tasa de crecimiento de las hembras se igualó con la de los machos cuando se incluyó 10 ppm de ractopamina en la dieta.
- El rendimiento en canal no se altera por el nivel de lisina de la dieta. Sin embargo, se mejora con la inclusión de ractopamina.
- La inclusión de 10 ppm de ractopamina en la ración no afectó las mermas por goteo a las 24 horas pero sí a las 48 después del sacrificio y refrigeración.

- A las 24 horas después del sacrificio en refrigeración, las mermas por goteo no se ven afectadas por el nivel de lisina en la dieta, sin embargo tienden a disminuir en relación con este factor a las 48 h.

### IMPLICACIONES

Considerando la evolución alcanzada en la generación de nuevos cerdos magros en la industria porcina, como lo es el caso de utilizados en la presente investigación, y los efectos del nivel de lisina, los cuales fueron evidentes sobre la ganancia diaria de peso, y en atención a lo sugerido en otras investigaciones similares, se hace pensar una necesaria reevaluación de los niveles de algunos aminoácidos limitantes actualmente empleados en la alimentación de este tipo de cerdos especializados.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aallhus J.L., S.D. Jones, A.L. Schaefer, A.K.W. Tong, W.M. Robertson, J.K. Merrill y A.C. Murray. 1990. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 70: 943 – 952.
- Apple J.K., C.V. Maxwell, D.C. Brown, K.G. Friesen, R.E. Musser, Z.B. Johnson y T.A. Armstrong. 2004. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. *J. Anim. Sci.*, 82: 3277-3287.
- Armstrong T.A., D.J. Ivers, J.R. Wagner, D.B. Anderson, W.C. Weldon y E.P. Berg. 2004. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 82: 3245-3253.
- Batterham E.S., L.M. Andersen, D.R. Baigent y E. White. 1990. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: Effects of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. *Br. J. Nutr.*, 64: 81-94.
- Bikker P., M.W.A. Verstegen y M.W. Bosch. 1994. Amino acid composition of growing pigs in affected by protein and energy intake. *J. Nutr.*, 124: 1961-1969.

- Carr S.N., P.J. Rincker, J. Killefer, D.H. Baker, M. Ellis y F.K. McKeith. 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 83: 223-230.
- Chen H.Y., A.J. Lewis, P.S. Miller y J.T. Yen. 1999. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, 77: 3238 – 3247.
- Cisneros F., M. Ellis, D.H. Baker, R.A. Easter, y F.K. McKeith. 1996. The influence of short-term feeding of amino acid-deficient diets and high dietary leucine levels on the intramuscular fat content of pig muscle. *Anim. Sci.*, 63:5 17-522.
- Crome P.K., F.K. McKeith, T.R. Carr, D.J. Jones, D.H. Mowrey y J.E. Cannon. 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 74: 709-716.
- De Camp S.A., S.L. Hankins, A.L. Carroll, D.J. Ivers, B.T. Richert, A.L. Sutton y D.B. Anderson. 2001. Effects of ractopamine and level of dietary crude protein and phosphorus excretion from finishing pigs. Purdue University.
- Dunshea F.R., R.H. King, R.G. Campbell, R.D. Sainz e Y.S. Kim. 1993a. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 71: 2919-2930.
- Dunshea F.R., R.H. King y R.G. Campbell. 1993b. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. *J. Anim. Sci.*, 71: 2931-2941.
- Friesen K.G., J.L. Nelssen, R.D. Goodband, M.D. Tokach, J.A. Unruh, D.H. Kropf y B.J. Kerr. 1994. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 72:1761-1770.
- Hahn J.D. R.R. Biehl y D.H. Baker. 1995. Ideal digestible lysine level for early and late finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 73: 773 – 784.

- Hansen B. y A. Lewis 1993. Effects of dietary protein concentration (corn:soybean meal ratio) on the performance and carcass characteristics of growing boars, barrows, and gilts: mathematical descriptions. *J. Anim. Sci.*, 71:2122-2132.
- He P.F., X. Aherne, J.R. Thompson, A.L. Schaefer y J.K. Merrill. 1993. Effect of ractopamine on carcass characteristics and joint-cartilage soundness in finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 169-176.
- Honikel K. 1999. Influence of chilling of pork carcasses on physical quality traits. National Pork Producers Council Chilling Workshop. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Knowles T.A., L.L. Southern y T.D. Bidner. 1998. Ratio of total sulfur amino acids to lysine for finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 76: 1081-1090.
- Loughmiller J.A., J.L. Nelssen, R.D. Goodband, M.D. Tockach, E.C. Titgemeyer y I.H. Kim. 1998. Influence of dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of late-finishing gilts. *J. Anim. Sci.*, 76: 1075-1080.
- Medel P. y A. Fuentetaja. 2001. Efecto del perfil genético, del sexo, del peso al sacrificio y de la alimentación sobre la productividad y la calidad de la canal y de la carne de cerdos grasos. Factores que afectan a la producción de cerdo graso. XVI Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.
- NRC (National Research Council). 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>ma</sup> ed. National Academy Press. Washington, DC. 211 pp.
- SAS (Statistical Analysis System). 1985. SAS User's Guide: Statistics. 5<sup>ta</sup> ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schinckel A.P., C.T. Herr, B.T. Richert, J.C. Forrest y M.E. Einstein. 2003. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81: 16 - 28.
- Smith D.J. y G.D. Paulson. 1994. Growth characteristics of rats receiving ractopamine hydrochloride and the metabolic disposition of ractopamine hydrochloride after oral or intraperitoneal administration. *J. Anim. Sci.*, 72: 404 - 414.

- Spurlock M.E., J.C. Cusumano, S.Q. Ji, D.B. Anderson, C.K. Smith II, D.L. Hancock y S.E. Mills. 1994. The effect of ractopamine on  $\beta$ -adrenoreceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. *J. Anim. Sci.*, 72: 75-80.
- Steel R. y J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2<sup>da</sup> ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- Stites C.R., F.K. McKeith, S.D. Singh, P.J. Bechtel, D.J. Jones y D.H. Mowrey. 1994. Palatability and visual characteristics of hams and loin chops from swine treated with ractopamine hydrochloride. *J. Muscle Foods*, 5: 367-376.
- Stoller G.M., H.N. Zerby, S.J. Moeller, T.J. Baas, C. Johnson y L.E. Watkins. 2003. The effect of feeding ractopamine (paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. *J. Anim. Sci.*, 81: 1508 - 1516.
- Susenbeth A., T. Dickel, A. Diekenhorst y D. Oler. 1999. The effect of energy intake, genotype, and body weight on protein retention in pigs when dietary lysine is the first-limiting factor. *J. Anim. Sci.*, 77: 2985-2989.
- Uttaro B.E., R.O. Ball, P. Dick, W. Rae, G. Vessie y L.E. Jeremiah. 1993. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *J. Anim. Sci.*, 71: 2439-2449.
- Weatherup R.N., V.E. Beattie, B.W. Moss, D.J. Kilpatrick y N. Walker. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. *Anim. Sci.*, 67: 591-600.
- Williams N.H., T.R. Cline, A.P. Schinckel y D.J. Jones. 1994. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *J. Anim. Sci.*, 72: 3152-3162.
- Witte D.P., M. Ellis, F.K. McKeith y E.R. Wilson. 2000. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *J. Anim. Sci.*, 78: 1272-1276.

## Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (*Oreochromis spp.*) y *Petenia (Caquetaia kraussii)* en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela

José González<sup>1\*</sup>, Rocio Ortiz<sup>1</sup>, Edis Solórzano<sup>2</sup>, Marcos Campos<sup>2</sup>, Carlos Marcano<sup>2</sup> y Héctor López<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se determinó la distribución y algunas de las características biológicas de las tilapias (*Oreochromis spp.*), grupo de especies exóticas y las nativas simpátricas, en los cuerpos de aguas naturales de la zona occidental de Venezuela. La metodología utilizada se basó en visitas indagatorias a las fincas de productores registradas y en listas suministradas por los organismos oficiales. El estudio de las comunidades establecidas se llevó a cabo mediante pescas exploratorias en cuerpos de agua cercanos a las fincas productoras de tilapias, identificación de las especies capturadas, análisis de los contenidos estomacales, determinación de la abundancia relativa y características ambientales. Se determinó que un 1,3% de los 2.937 peces capturados en cuerpos de agua naturales en la región correspondió al rubro tilapias en los estados Zulia y Portuguesa. El cultivo comercial de las tilapias en la zona occidental del país se ha reducido en un 85% en los últimos 10 años. La *Caquetaia kraussii*, especie exótica para la cuenca del río Orinoco, se encontró muy abundante (10,2%) y dominante en la mayoría de los sitios estudiados. La presencia de estos cíclidos en cuerpos de aguas naturales se relacionó con ecosistemas lénticos, con poco o ningún movimiento de agua.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental Guanapito, Altigracia, estado Guarico, Venezuela. \*Correo electrónico: jgonzalez@inia.gob.ve

<sup>2</sup> Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Profauna. Caracas. Venezuela.

<sup>3</sup> Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. Instituto de Zoología Tropical. Caracas. Venezuela.

*Palabras clave:* Tilapias, cultivo, Caquetaia, especies introducidas, Venezuela.

**Distribution and characterization of tilapia species group (*Oreochromis spp.*) and petunia (*Caquetaia kraussii*) in natural ecosystems in the western zone of Venezuela**

**SUMMARY**

The general objective consisted on determining the distribution and the biological characteristics of the Tilapias (*Oreochromis spp.*), group of exotic species and the native ones, in the natural water bodies of the western area of Venezuela. The applied methodology was based on visits to the farms of registered producers and a list of properties taken in a census by the official institutions. The study of the established communities was carried out by means of exploratory fishing water bodies near to the tilapia farms, identification of the captured species, analysis of the stomach contents, determination of relative abundance, and environmental variables. It was determined that 1.3% of the 2614 fish captured in natural bodies of water corresponded to the tilapia group in Zulia and Portuguese states. The commercial cultivation of the tilapias in the western area of the country has diminished 85% in the last 10 years. The *Caquetaia kraussii*, exotic species for the basin of the Orinoco river, was very abundant (10.2%) and dominant in most of the studied places. The cichlids presence in natural bodies of water has been related with ecosystems with little or no water movement.

*Keywords:* Tilapias, cultivation, Caquetaia, species introduction, Venezuela.

**INTRODUCCIÓN**

La introducción de peces y otras especies exóticas de un país a otro o de cuencas hidrológicas distintas ha sido un tema muy controversial a nivel internacional. Específicamente en Venezuela, existen dos versiones de opiniones contrapuestas, una que alega que el desarrollo de la piscicultura nacional depende de la puesta en práctica de paquetes técnico-comerciales con especies que en otros países han tenido éxito, elevando substancialmente los niveles de producción de este rubro pesquero. Por otro lado, existe un sector de investigadores que alertan sobre el peligro a mediano y largo plazo de la introducción de especies muy competitivas sobre una rica, diversa

(Lasso *et al.*, 2003) y aún desconocida ictiofauna autóctona. Después de la segunda guerra mundial fueron introducidas las tilapias en varios países de Asia y América, las cuales se diseminaron sin control alguno (Hurtado, 2003).

Los antecedentes a nivel internacional de escape de especies criadas en cautiverio han demostrado un enorme perjuicio ambiental y socio-económico que se deriva de estas prácticas. El convenio de biodiversidad signado en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, no solo desalienta la introducción de especies, sino que promueve la erradicación de las ya existentes (Christie y Liljesthon, 1997). En la reciente declaración de Nairobi se afirmó que aunque las especies foráneas tienen un potencial sobre la mejora de la producción, esta claro el riesgo de escape de especies foráneas al ambiente natural y su incidencia negativa hacia las poblaciones nativas afectando la biodiversidad. (Gupta, 2002).

La tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) es una especie perteneciente a la familia de los cíclidos de origen africano y fue introducida por primera vez en el país en el año 1959 en la Estación Piscícola de El Limón, en Maracay, con ejemplares reproductores procedentes de Trinidad. Posteriormente fueron sembrados en el Lago de Valencia y para 1964, en las lagunas litorales cercanas a la ciudad de Cumaná (laguna de los patos) en el estado Sucre (Carvajal, 1964; Cheng, 1992). A comienzos del año 1988 la Corporación de Desarrollo de la Región Centro-Occidental (Corpoccidente) promovió la introducción de esta especie, iniciando ensayos de cultivo a nivel comercial. Una acción similar desarrolló la Corporación Venezolana del Suroeste (CVS) mediante un Programa de Fomento Piscícola en el estado Táchira (Novoa y Yejo, 1990). En 1992 una resolución conjunta entre el Ministerio de Agricultura y Cría y el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales permitió las actividades de cultivo y comercialización de las especies *Oreochromis aureus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis honorum* y *Sarotherodon galileus*.

Las tilapias se destacan por una serie de características que las convierten en especies con un elevado potencial adaptativo (Baroiller y Jalabert, 1989). La alta eficiencia reproductiva es reflejada por la atención de los nidos, el cuidado parental de los huevos y alevines, la reproducción precoz, la tolerancia a amplias variaciones de temperaturas, salinidad y contenido de oxígeno disuelto en el agua. Además, la amplitud de alternativas de selección de alimentos y resistencia a enfermedades son características que aunado a su agresividad, adaptabilidad ecológica y etológica, capacidad de hibridación y plasticidad fenotípica le confieren el

potencial para competir exitosamente con otras especies, hasta el punto de llegar a desplazarlas, cuando son introducidas en ambientes naturales no autóctonos (Pérez *et al.*, 1997).

El grupo de especies de tilapias han sido reportadas como caníbales a nivel de huevos y larvas y depredadora de otras especies produciendo un agotamiento de las especies autóctonas, tal como fue el caso de Costa Rica (Profauna, 1996). El Pargo Rosado (Tetra híbrido, híbrido o albino de *Oreochromis spp.*) utilizado en los cultivos intensivos en Venezuela exhibe hábitos alimenticios carnívoros, encontrándose en su dieta huevos y alevines de peces (Castillo, 1993). La introducción de especies exóticas o su transferencia de una localidad a otra en un mismo país aumenta la competencia interespecífica, la depredación, lo cual puede en algunos casos conducir a un incremento de la población introducida, en detrimento de las especies autóctonas (Royero y Lasso, 1992). Existen reportes de impacto de peces deliberadamente transplantedos o escapados sobre la fauna autóctona, donde se incluye la exterminación de especies locales, debido a la depredación y competencia, entrecruzamiento con las especies nativas y adulteración del pool genético, destrucción del hábitat y aparición de enfermedades epidérmicas (Rosental, 1976; Mills, 1982).

El presente trabajo fue realizado por un equipo interinstitucional con el objetivo de recolectar la información de campo necesaria a nivel regional y dilucidar cual es la situación de las especies introducidas, su abundancia en cuerpos de agua naturales, cuales factores ambientales y biológicos favorecen o limitan el desarrollo y avance de éstas especies en la zona occidental de Venezuela, la cual constituye la región con mayor auge en el cultivo de la tilapia en Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en cuerpos de agua cercanos a fincas de cultivo de tilapias activas o no, ubicadas en 10 estados de la zona occidental de Venezuela: Apure, Barinas, Cojedes, Falcón, Mérida, Lara, Portuguesa, Táchira, Trujillo y Zulia, área comprendida entre las coordenadas 11°35' y 7°23' N; 67°57' y 72°18' O, en el período del 30-05-2001 hasta el 13-04-2002, utilizando para ello la siguiente metodología:

### Pescas exploratorias

Las pescas exploratorias fueron realizadas en los cuerpos de agua naturales, aledaños a las fincas de productores. Esta actividad se apoyó en los

registros de fincas para el cultivo de tilapias en el país recopiladas por Sarpa (1995) y Profauna (1997) y de informaciones obtenidas de pobladores en los lugares de muestreo.

Se diseñó una hoja de campo para registrar los diferentes aspectos y características de los sitios de captura y estandarizar, el proceso de toma de muestra y la codificación por los diferentes equipos de trabajo pertenecientes a las instituciones que conforman el proyecto. Se midieron los siguientes parámetros físicos químicos y biológicos: Temperatura, pH, alcalinidad, conductividad, transparencia, profundidad, tipo de fondo, vegetación costera y corriente.

Las artes de pesca utilizados fueron: Red pequeña plástica de 5 m con 2 mm de abertura entre nudo, red de 20 m de largo y 1,27 cm entre nudos y red de 50 m de largo y 2,54 cm entre nudos. La modalidad de la pesca fue la de barrido, en 3 zonas diferentes del ecosistema estudiado, para cada uno de los artes antes mencionados.

Los ejemplares capturados fueron separados por especies y colocados en frascos previamente etiquetados, con el nombre del colector, fecha, sitio, arte de pesca y observaciones, para ser fijados en formol al 10%. Se registraron y ubicaron en la colección de referencia de la Estación Experimental Guanapito del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, estado Guárico (IA1-IA589, IB1-IB504, IC1-IC60, MF1-MF38, IM1-IM9, IP1-IP646, IT1-IT243, MZ1-MZ840). El código indica, en primer lugar, la inicial de la institución colectora de la muestra (INIA, MARN), de segundo, la inicial del estado en donde se realizó el muestreo y de tercero el número de los ejemplares.

### Análisis de la muestra

Después de ser ubicados en la colección de referencia, los ejemplares fueron identificados hasta nivel específico, o genérico, en caso de algunos micro-carácidos, donde no esta clara su taxonomía. Para la identificación de las especies se utilizaron las claves, listas y descripciones de Schultz (1944a, 1944b), Mago-Leccia (1970, 1978), Taphorn y Lilyestrom (1984), Machado-Allison (1987), Cervigón (1991, 1993, 1996), Galvis *et al.* (1997) y Cervigón y Alcalá (1999). Con los datos de captura de las especies se elaboraron tablas de abundancia relativa (AR) por número de individuos y por peso de los ejemplares para cuantificar la participación de las especies exóticas en la estructura de la comunidad íctica.

### Análisis del contenido estomacal

Los análisis del contenido estomacal fueron realizados en base a los métodos de frecuencia de aparición (Hynes, 1950) y de composición porcentual numérica (Windel y Bowen, 1978; Hyslop, 1980), siguiendo las recomendaciones de Prejs (1981) y Marrero (1994).

En el laboratorio se seleccionaron 10 ejemplares en promedio de las especies capturadas en cada uno de los sitios evaluados durante los muestreos de campo. En los animales colectados se hizo una incisión entre las aletas pélvicas y el opérculo. Se abrió la cavidad abdominal y a nivel de tracto digestivo se continuó el corte hasta la entrada del estómago, para lograr extraer el contenido estomacal.

En la identificación de los componentes del contenido gástrico se utilizaron las claves para identificación de especies acuáticas de agua dulce de Baldwin y Chandler (1959).

### Registro, procesamiento y presentación de los datos

El inventario de especies por cada sitio de captura, los registros de abundancia, contenido estomacal y características de los ecosistemas estudiados se llevó a una base de datos elaborada en Excel, aplicación que generó los gráficos correspondientes y sirvió de plataforma para elaborar el sistema informático en el programa Lingo de Director, el cual permite mayor facilidad en acceso a los datos. Los análisis de correlación se realizaron con la opción estadística del estadístico de Infostat profesional versión 1.1. La toma de las fotografías se realizó con una cámara Pixera acoplada a una lupa estereoscópica (2,5 X).

Se elaboró y aplicó un cuestionario con preguntas abiertas a 40 propietarios y encargados de fincas, lo que representó un 30% del total registrado, para actualizar la información sobre la situación y el manejo del cultivo de las especies exóticas en las fincas del cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las pescas exploratorias en cuerpos de agua naturales se capturaron un total de 2.937 ejemplares, correspondientes a 121 especies, dentro de las cuales, encontramos 37 individuos del género *Oreochromis* (1,3%), tal como lo muestra la Figura 1. En esta Figura se pueden observar las especies más abundantes en base a todas las capturas: *Roeboides*

*dientonito* (16,5%), muy abundante en los registros del estado Apure; *Caquetaia kraussii* (10,2%), distribuida en casi toda la zona occidental; *Xenagoniates bondi* (5,9%) en los estados Barinas y Portuguesa; *Cathorops spixii* (4,7%) y *Anchovia clupeioides* (4,4%) en el área costera del estado Zulia; *Gephyrocharax venezuelae* en los estados Barinas y Táchira (3,1%); *Astyanax metae* (3,0%) en el estado Barinas; *Bryconamericus* spp. (3,0%) en los estados Portuguesa y Cojedes; *Cheirodontops geayi* (2,8%) en los estados Portuguesa y Barinas; *Gephyrocharax valencia* (2,6%) en los estados Táchira, Barinas y Portuguesa; *Hyphessobrycon sovichthys* (2,1%) en el estado Zulia y *Bryconamericus beta* (2,0%) en los estados Barinas y Cojedes.

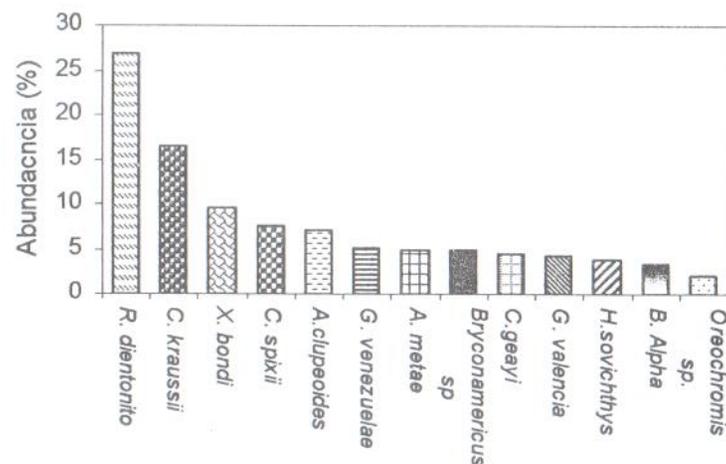


Figura 1. Abundancia relativa de las 13 especies más frecuentes colectadas en cuerpos de agua naturales en la zona occidental de Venezuela

Los cuerpos de agua naturales reportados con presencia de tilapias (*Oreochromis* spp.) fueron el desagüe de piscicultura de la finca La Marianela en el estado Portuguesa (13 ejemplares), de los cuales observamos algunos de ellos con restos de coloración rosada, color residual de los ejemplares seleccionados genéticamente, para ser comercializados como pargo rosado, Laguna de Sinamaica en el sector La Aurora (1 ejemplar), Laguna Los José en el Embalse de Tulé (21 ejemplares) y Río Catatumbo (2 ejemplares) en el estado Zulia.

Se realizaron observaciones del contenido estomacal a 749 ejemplares provenientes de ocho de los diez estados evaluados en el occidente del país, ya que en los estados Lara y Trujillo no se encontraron cuerpos de agua cercanos a las fincas de productores de tilapia. Cincuenta y seis de todas las especies colectadas contaban con suficiente número de ejemplares para el adecuado análisis y estudio del contenido estomacal.

En el Cuadro 1 se indica el resumen del contenido estomacal observado para las 12 especies más abundantes en las capturas. En *Roeboides dientonito* encontramos que los componentes más importantes en la dieta fueron los dípteros y cladóceros, lo que permite ubicarlos en la categoría de los entomófagos y zooplanctófagos, coincidiendo con lo reportado por Tanphorn (1992) en ejemplares del río Apure. En *Hypessobrycon sovichthys* el alimento encontrado en el tracto estomacal correspondió al grupo de los cladóceros, ubicándose en la categoría zooplanctófagos. La especie *Bryconamericus* sp. presentó una dieta variada compuesta principalmente por insectos, algas y semillas, por lo cual se le ubica en la categoría de los omnívoros. *Cheirodontops geayi* también se clasifica como omnívoro, exhibiendo como componentes principales las algas y los dípteros. *Anchovia clupeoides* presentó una ingesta basada principalmente en insectos, larvas de peces y componentes del plancton. En *Xenagoniates bondi* se observó una gran variedad de ítems alimenticios, principalmente algas e insectos, que los ubica dentro de los omnívoros. Las especies *Astyanax metae*, *Gephyrocharax valencia*, *Gephyrocharax venezuelae* y *Bryconamericus alpha* se ubicaron entre los zooplanctófagos, con tendencia carnívora y finalmente encontramos a *Caquetaia kraussii* muy abundante en número y peso en las capturas y se presenta como especie omnívora con una marcada tendencia a ser ictiófaga y en algunos casos caníbal como se muestra en la Figura 2.



Figura- 2. Larvas de *Caquetaia kraussii* en el contenido estomacal de un individuo de la misma especie

Cuadro 1. Contenido estomacal de las 12 especies más abundantes en base a la frecuencia de aparición, calculado como número de estómagos donde aparece el ítem entre el número de estómagos totales

Ítems	Asme†	Bral	Brsp.	Chge	Geve	Geva	Hyso	Rodi	Xebo	Casp	Ancl	Cakr
Acaros	0,04	0,2		0,13	0,10	0,03			0,11			0,01
Larvas de peces											0,2	0,03
Algas	0,11	0,2	0,39	0,50	0,05	0,03	0,10		0,71			0,28
Araneae	0,07					0,03						
Bacillariales	0,18	0,1	0,13		0,10	0,09		0,03	0,13			
Bryophyta	0,04											
Cladocera							0,70	0,45				0,40
Coleoptera	0,14	0,2			0,25	0,21		0,03	0,05			0,07
Conchostraca							0,10	0,03				0,01
Copepoda		0,1	0,04		0,10		0,60	0,03			0,3	0,27
Diptera	0,11	0,6	0,26	0,44	0,35	0,09		0,65	0,61		0,1	0,51
Ephemeroptera		0,1										0,01
Escamas	0,07	0,2	0,04	0,13	0,15	0,12		0,16				0,24
F. Bryozoa			0,04						0,26			0,01
Himenóptera	0,18	0,8	0,13		0,50	0,24				0,08	0,1	0,01
Huevos (insectos)		0,1		0,06	0,05							0,01
Huevos (Peces)			0,04					0,03	0,03			0,04
Huevos no ident.		0,1			0,15	0,09		0,03		0,33		0,01
Insectos	0,25	0,7	0,26	0,13	0,45	0,21		0,19	0,16	0,25		0,19
Larvas no ident.			0,04									0,07
Malacostraca											0,33	0,03
Mollusca								0,10			0,33	0,09
Nematodos	0,11	0,2	0,04	0,25	0,30	0,03	0,10	0,10	0,18	0,58	0,7	0,06
Neuróptero				0,38	0,50							
Odonata	0,04		0,09			0,09						0,04
Ostracoda							0,10	0,16	0,03	0,33	0,1	0,1
Pupa no ident.	0,32	0,7		0,06	0,50	0,29						
Rotífero							0,40		0,03		0,2	0,06
Semillas	0,46	0,3	0,13	0,13		0,03			0,11			0,06
Turbellaria			0,04	0,06	0,30	0,06		0,45				0,03
Z. Ficomicetof		0,5			0,15							0,01

† Z. ficomiceto: Zoesporas de ficomicetos

‡ Abreviaciones: Asme: *Astyanax metae*, Bral: *Bryconamericus alpha*, Brsp: *Bryconamericus* sp., Chge: *Cheirodontops geayi*, Geve: *Gephyrocharax venezuelae*, Geva: *Gephyrocharax valencia*, Hyso: *Hypessobrycon sovichthys*, Rodi: *Romboides dientonito*, Xebo: *Xenagoniates bondi*, Casp: *Cathorops spixii*, Ancl: *Anchovia clupeoides*, Cakr: *Caquetaia kraussii*

El análisis de contenido estomacal realizado a los ejemplares colectados de *Oreochromis* sp., indicó la presencia abundante de rotíferos y copépodos conjuntamente con huevos y larvas de peces que permiten ubicarlos en las categorías de omnívoro, con tendencia a ingerir elementos del plancton y peces (Figura 3).

La abundancia de las 56 especies colectadas se relacionó con la variedad de ítems alimenticios encontrados en los contenidos estomacales. La relación positiva (Figura 4) indica que la cantidad de individuos de las especies estaba correlacionada con la amplitud del espectro alimenticio en

una forma curvilínea potencial mediante la fórmula  $y = 2,2599x^{0,3648}$  con un coeficiente de correlación,  $r = 0,6324$  ( $P < 0,05$ ).

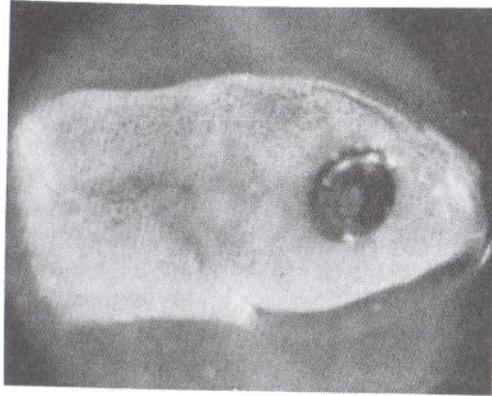


Figura 3. - Larva de ejemplar no identificado en el contenido estomacal de *Oreochromis sp*

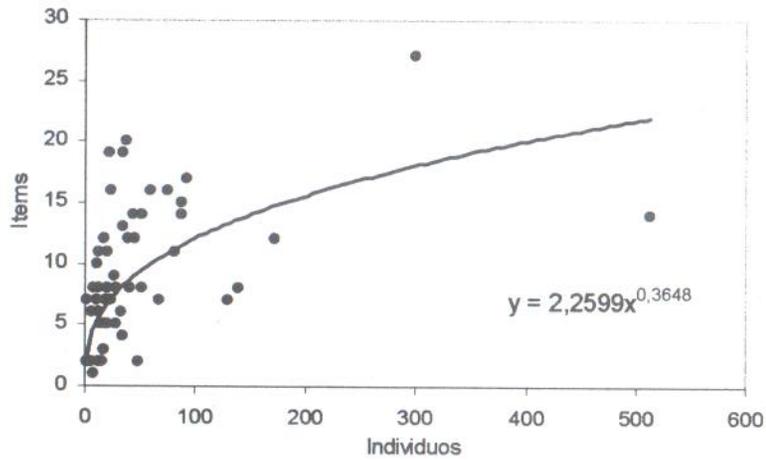


Figura 4. Correlación curvilínea potencial entre la abundancia de las especies colectadas y el número de ítems alimenticios encontrados en los contenidos estomacales ( $r = 0,6324$ ).

Cuadro 2. - Resumen de las evaluaciones realizadas en cuerpos de agua cercanos a las fincas, en la zona occidental de Venezuela.

Finca	Estado	Tipo	Fondo	Corriente	Prof	Temp	OD	pH	Alca	Cond.	Trans
					m	°C	mg/l		mmol/l	µF/cm <sup>2</sup>	cm
D. Miri	Barinas	Desagüe	Pedregoso	Rápida	0,03	26	3,6	7,0	30	1.600	Total
Carrasquero	Barinas	Desagüe	fangoso	Media	0,30	26	3,6	7,0	30	700	Total
D. Bella Vista	Barinas	Desagüe	Arena fango	Media	0,60	26	3,4	7,0	40	300	40
Palma sola	Barinas	Desagüe	Arenosa	Rápida	0,10	25	3,4	6,0	300	300	5
D. Naranjos	Barinas	Desagüe	Arenoso	Rápida	0,20	18	3,4	6,5	260	610	Total
Aguaciara	Portuguesa	Desagüe	fangoso	Rápida	0,60	24	8,2	7,0	220	2.200	40
Majagua	Portuguesa	Embalse	Fangoso	Lenta	1,10	32	6,2	7,5	150	540	50
Qda. Mamón	Portuguesa	Quebrada	Arenoso	Rápida	0,60	25	6,6	7,5	120	2.400	10
R. Portuguesa	Portuguesa	Río	Arenoso,	Rápida	0,50	22	7,2	7,0	150	2,2	5
Río Morador	Portuguesa	Río	Arenoso	Rápida	0,70	25	8,2	7,0	160	2.400	10
Río María	Portuguesa	Río	Arenoso	Rápida	0,40	25	7,6	7,0	120	1.400	10
Río A. blanca	Portuguesa	Río	Arenoso	Media	0,50	31	9,1	7,5	420	450	Total
Río Bocono	Portuguesa	Río	Arenosa,	Media	2,10	30	8,0	8,0	180	1.800	40
Río Guanare	Portuguesa	Río	Arenoso	Rápida	0,55	25	7,9	7,5	200	1.400	5
Marianela	Portuguesa	Desagüe	Fangoso	lenta	0,30	28	7,4	7,5	400	3.400	20
Caño Dorada	Táchira	Caño	Fangoso	lenta	0,65	24	6,8	7,5	70	110	30
B. Caparo	Táchira	Caño	Fangoso	Media	0,30	27,5	5,8	7,0	160	220	50
AguaFresca	Táchira	Desagüe	Pedregoso	Rápida	0,20	31	7,2	7,5	40	140	Total

Finca	Estado	Tipo	Fondo	Corriente	Prof	Temp	OD	pH	Alca	Cond.	Trans
					m	°C	mg/l		mmol/l	µF/cm <sup>2</sup>	cm
El Esfuerzo	Táchira	Desagüe	Arenoso	Rápida	0,50	28	1,0	6,0	200	480	15
C. El Tigre	Táchira	Desagüe	Arenoso	Lenta	0,30	25	4,0	7,0	230	300	25
Río Doradas	Táchira	Río	Pedregoso	Rápida	0,40	22	6,8	7,0	120	100	30
Río Piscuñí	Táchira	Río	Arenoso	Rápida	0,60	25	5,8	6,5	70	100	20
Sinamaica	Zulia	Laguna	Fangoso	lenta	-	-	4,2	8,0	50	-	-
Los José*	Zulia	Laguna	Fangoso	lenta	1,70	-	5,0	10,0	2,9	-	-
Los Olivitos	Zulia	Laguna	Arenoso	lenta	1,70	-	6,8	7,5	0,5	-	-
Pto. Antonio	Zulia	Playa-río	Arenoso	Media	1,70	-	8,0	7,5	1	-	-
Catatumbo	Zulia	Río	Arenoso	Media	1,70	-	6,8	6,5	1,6	-	-
G. Gavilán	Mérida	Río	Arenoso	Fuerte	1,75	31	4,0	6,5	1,3	360	10
La Palmera	Mérida	Desagüe	Arenosa	Fuerte	2,00	26	4,6	6,8	1,2	270	10
El Triunfo	Apure	Desagüe	Arenoso	lenta	0,45	29,5	4,9	7,0	0,5	-	5
Las Palmitas	Apure	Desagüe	Fangoso	lenta	0,40	31	3,5	6,5	0,5	-	5
Agumonte	Cojedes	Desagüe	Fangoso	Fuerte	0,80	26	4,5	7,5	3	2.800	15
Río Ricoa	Falcón	Río	Fangoso	-	5,00	-	5,8	7,0	3,2	-	-
Coro Morón	Falcón	Pozo	Fangoso	-	1,50	-	6,0	7,5	0,5	-	-
Lag. R. Aroa	Falcón	Laguna	Fangoso	-	-	-	-	-	-	-	-

Abreviaturas: Prof: Profundidad del sitio de captura, Temp: Temperatura del agua, OD: Oxígeno disuelto en el agua, Alca: Alcalinidad del agua, Cond: Conductividad, Trans: Transparencia de agua.

\*Se encontró *Oreochromis* a 5 ppm (MZ51MZ71)

Prejs y Prejs (1987) afirman que la limitación de recursos alimenticios y la competencia inter-específica constituyen factores preponderantes en la composición específica de la comunidad biótica. Vannote et al. (1990) alegan que la alta diversidad de especies de peces en zonas bajas de los ríos es debida principalmente a la oferta alimentaria.

Los 35 sitios donde se llevaron a cabo los muestreos de campo fueron acompañados por la determinación de algunas variables físico-químicas y ambientales que sirvieron para caracterizar la zona de captura. El Cuadro 2 resume las características observadas en cada uno de los ecosistemas. Se analizaron algunas características físico-químicas y ambientales del lugar con la presencia de las tilapias y se pudo constatar que en el 100% de los casos la presencia de *Oreochromis* sp. se relaciona con ambientes acuáticos lénticos. Esta característica también es cierta para *C. kraussii* en los muestreos realizados. Royero y Lasso (1992) encontraron que la abundancia de la especie es mucho mayor en ambientes lénticos en comparación con lóticos. Esto es probablemente debido a que requieren de ambientes con poca corriente que le permitan la elaboración de nidos en sustratos protegidos que permitan cuidado parental y también por una mayor abundancia del zooplancton.

Es interesante revisar la situación actual de la distribución de la *C. kraussii* en base a los resultados obtenidos, ya que es alarmante como esta especie, reportada inicialmente por Mago-Leccia (1978) en la cuenca del Lago de Maracaibo y del Río Unare, luego es reportada por Royero y Lasso (1992) para una zona más extensa, en los siguientes estados Apure, Aragua, Anzoátegui, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Falcón, Guárico, Miranda, Monagas, Portuguesa, Yaracuy y Zulia. González (Información no publicada) encontró que *C. kraussii* fue la especie dominante en cuatro embalses del estado Guárico (Santa Rosa, La Tigrita, Médanos y Taparito) y figuró entre los cinco más abundantes en otros cuatro (El Pueblito, Corozo, Jabillal y Guaycal). En las capturas realizadas cercanas a las fincas de cultivo de tilapia, la hemos podido observar muy abundante en la mayor parte de los sitios de captura, en cuencas litorales del estado Falcón y en la cuenca del río Orinoco en los estados Portuguesa y Apure. La especie *C. kraussii* se encontró en las capturas de 13 de los 25 sitios de pesca seleccionados y fue la especie dominante en, por lo menos, cuatro de estos lugares.

De las entrevistas y cuestionarios aplicados a los propietarios y encargados de las 40 fincas visitadas (30% del total), se pudo determinar que sólo un 3,8% están actualmente en producción de tilapias y las causas de esta

situación tiene que ver con el costo y la calidad del alimento concentrado, calidad de los alevines suministrados, inadecuada asesoría técnica y mercado apropiado para el producto. Por tales argumentos, el 9,2% de las fincas visitadas cambiaron al cultivo de especies autóctonas, como cachama (*Colossoma macropomum*) y coporo (*Prochilodus* sp.). Las razones expuestas por los operadores de estos proyectos obedecen principalmente a las bondades de las especies nativas, entre las cuales mencionan los menores requerimientos de alimentación, dado el carácter planctófago e iliofago, respectivamente, disponibilidad adecuada de alevines, rendimientos iguales o mayores y mercado seguro en la región. Se pudo determinar que de las fincas productoras de tilapia censadas, el 47% no estaban permisadas y además, el 8,4% de estas no existían en las listas de los organismos oficiales.

El esfuerzo que se invirtió en el desarrollo del cultivo de la tilapia en el país durante la década de los años 90 no contó con un estudio previo de factibilidad, ni de un adecuado programa de asesoría, como tampoco de consideraciones sobre aspectos fundamentales de la biología (Nirchio y Pérez, 2002), lo que condujo a la pérdida de la inversión por parte de los productores y a la diseminación de una especie exótica altamente competitiva en cuerpos de agua ricos en especies con potencialidad piscícola. El traslado de especies con características similares o con mayor peligro, como *C. kraussii* puede amenazar seriamente a mediano plazo la diversidad de estos ecosistemas. Las especies exóticas han sido introducidas para la acuicultura y sus impactos no son completamente conocidos, pero promueve amenazas en regiones donde hay una alta diversidad de especies acuáticas nativas. (Gupta, 2002).

### CONCLUSIONES

Un 1,3% de los ejemplares capturados en cuerpos de agua naturales, cercanos a las fincas de productores piscícolas en la zona occidental del país, pertenecen al grupo de las tilapias (*Oreochromis* spp), y provienen de los estados Zulia y Portuguesa. Las especies más abundantes capturadas en orden de importancia son: *Roeboides diontonito*, *Caquetaia kraussii*, *Xenagoniates bondi*, *Cathorops spixii*, *Anchovia clupeioides*, *Gephyrocharax venezuelae*, *Astyanax metae*, *Bryconamericus* sp., *Cheirodontops geayi*, *Gephyrocharax valencia*, *Hyphessobrycon sovichthys* y *Bryconamericus alpha*.

Los análisis de contenido estomacal de las tilapias (*Oreochromis* spp.) colectadas en el estado Zulia, ubican a la especie en la categorías de omnívora con fuerte tendencia a ser planctófagas e ictiófagas.

La especie *C. kraussii* presentó una abundancia relativa de un 10,2% de las capturas y se encontró en el 52% de los sitios muestreados. Además, resultó ser la especie más abundante en 4 de ellos y presentó una alimentación de tipo omnívora, con marcada tendencia a ser piscívora y canibal.

Se determinó una relación de tipo potencial entre la abundancia de las especies colectadas y la diversidad de ítems alimenticios en los contenidos estomacales.

La actividad del cultivo de Tilapias en la región occidental del país ha disminuido aproximadamente en un 82%, debido a que parte de los productores (33%) han cambiado hacia el cultivo de especies nativas.

### AGRADECIMIENTOS

A los representantes de las diferentes Instituciones participantes: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Instituto de Tecnología de los Llanos, Universidad Central de Venezuela e Instituto Nacional de Investigación Agrícola en sus distintos Centros Estadales que permitieron ceder personal y equipos para el desarrollo del proyecto.

Agradecemos también a los integrantes del equipo de la Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Fonacit) por el financiamiento para la ejecución del proyecto.

### BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin H. y G. Chandler. 1959. Fresh Water Biology. 2<sup>da</sup> ed. Edmondson.
- Baroiller J. y B. Jalabert. 1989. Contribution of research in reproductive physiology of the culture of Tilapia. *Aquat. Living Res.*, 2: 105-116.

- Castillo L.F. 1993. Genética e Ictiopatología. Seminario "Aplicación de nuevas tecnologías para la producción del híbrido de tilapia roja" Univ. Jose Tadeo Lozano, Bogotá. 10 p.
- Carvajal L. 1964. Ensayos sobre crecimiento y métodos de cultivos de ostiones comestibles, *Crassostrea rhizophorae* en la Bahía de Mochima. *Lagena*, 2: 24-30.
- Cervigón F. 1991. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. I. 2<sup>da</sup> ed. Fundación La Salle. Caracas, Venezuela. 425 p.
- Cervigón F. 1993. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. II. 2<sup>da</sup> ed. Fundación La Salle. Caracas, Venezuela. 497 p.
- Cervigón F. 1996. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. IV. 2<sup>da</sup> ed. Fundación La Salle. Caracas, Venezuela. 254 p.
- Cervigón F. y A. Alcalá. 1999. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. V. 2<sup>da</sup> ed. Fundación La Salle. Caracas, Venezuela. 230 p.
- Christie M. y P. Liljesthon. 1997. Taller "Especies Exóticas en la Patagonia" Disponible en línea <http://www.ambiente-ecologico.com/revist52/especi52.htm>.
- Cheng K. S. 1992. Adaptabilidad de *Oreochromis mossambicus* Peters en aguas saladas. *Acta Cien. Ven.*, 43 (Supl. 1): 5.
- Galvis G., J. Mojica y M. Camargo. 1997. Los peces del Catatumbo, Asociación Cravo Norte. Ecopetrol. Bogotá, Colombia, pp 118.
- Gupta M. 2002. Genetic enhancement and conservation of aquatic biodiversity in Africa. *NAGA World Fish Center Quarterly*, 25(1-6).
- Hurtado N. 2003. La tilapia roja en Perú. *El Acuicultor*, 2-3:8-12.
- Hynes H. 1950. The food of fresh water stickbacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, 19:36-58.

- Hyslop E. 1980. Stomach contents analysis: A review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17:411-430.
- Machado-Allison A. 1987. Los peces de los ríos Caris y Pao, estado Anzoátegui. Clave ilustrada para su identificación. *Corpoven*. 67 p.
- Mago-Leccia F. 1970. Lista de los peces de Venezuela. MAC. ONP, Caracas.
- Mago-Leccia F. 1978. Los peces de agua dulce en Venezuela. *Cuadernos Lagoven*. 35 p.
- Marrero C. 1994. Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Univ. Exp. Llanos Ezequiel Zamora, Guanare. 37p.
- Mills S. 1982. Britain's native trout is floundering. *New Scientist*, 96:498-501
- Nirchio M. y J. Pérez. 2002. Riesgos del cultivo de Tilapia en Venezuela. *Interciencia*, 27(1): 39-44.
- Novoa D. y N. Yejo. 1990. Problemática del cultivo de tilapia en Venezuela. *Bol. Infor. Pesca y Acuicultura*, N° 9. SARPA, MAC. Caracas. 17p.
- Lasso C., D. Lew, D. Taphorn, C. Do Nascimento, O. Lasso-Alcalá, F. Provenzano y A. Machado-Allison. 2003. Biodiversidad Ictiológica Continental de Venezuela. Parte 1. Lista de Especies y Distribución por Cuencas. Memoria Fundación La Salle de Cien. Nat., 159-160: 105-195.
- Pérez J., C. Graziani y M. Nirchio. 1997. Hasta cuando los exóticos. *Act. Cient. Ven.*, 48(3): 127-129.
- Prejs A. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela, Caracas. Venezuela. 129 p.
- Prejs A. y K. Prejs. 1987. Feeding of tropical freshwater fishes: Seasonality in resource availability and resource use. *Oecologia*, 71:397-404.

## Índice Acumulado de Títulos

## Volumen 23. 2005.

## Número 1

Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. pp. 1-16.

Estudio morfológico del cerdo criollo del estado Apure, Venezuela. pp. 17-26.

Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. pp. 27-38.

Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes edades de corte y épocas del año bajo un sistema de riego artesanal. pp. 39-48.

Uso de morera (*Morus* sp) y mata ratón (*Gliricidia sepium*) como sustitutos del alimento concentrado para corderos en crecimiento. pp. 49-60.

Actividad fitásica *in vitro* de los microorganismos del rumen y degradación *in situ* de un sustrato fibroso en ovinos alimentados con diferentes regímenes. pp. 61-68.

Aspectos de la dinámica reproductiva y poblacional del roncador, *Micropogonias furnieri*, en el Golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. pp. 69-90.

## Número 2

Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. pp. 91-104.

Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L. com diferentes densidades de sementeira e datas de colheita. pp. 105-120.

Profauna. 1996. Diagnóstico actual y problemática del cultivo de tilapia en Venezuela. MARNR, Caracas, 46 p.

Profauna. 1997. Inventario de fauna en el área de Influencia de la línea férrea y terminales de carga de buques de Carbones del Guasare S.A. MARNR. Dirección de Fauna Silvestre y Dirección de Manejo de Fauna Acuática. Informe Técnico. Caracas, 67 p.

Rosental H. 1976. Implications of transplantations to aquaculture and ecosystems. FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan. FIR. AQ Conf. 76-E.67. Roma, pp.19.

Royero R. y C. Lasso.1992. Distribución actual de la Mojarra de Río, *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: Un ejemplo de problema de la introducción de especies. Soc. Cien. Nat. La Salle, 52(138) :163-180.

SARPA. 1995. La Acuicultura en Venezuela: Una Alternativa de Desarrollo. MAC, Caracas. 230 p.

Schultz L. 1944a. The Catfishes of Venezuela with descriptions of thirty eight new forms. Proc. USA National Museum, 94 (3172): 173-338.

Schultz L. 1944b. The fishes of the family Characinidae from Venezuela with descriptions of seventeen new forms. Proc. USA National Museum, 95 (3181): 235-367.

Taphorn D. y C. Lilyestrom. 1984. Claves para los peces de agua dulce de Venezuela. Rev. UNELLEZ Ciencia y Tecnología, 2(2):5-30.

Taphorn D. 1992. The Caraciformes fishes of the Apure river drainage, Venezuela. Biollania, 4: 1-537.

Vannote R., R. Minshall, J. Cummins, J. Sedell y C. Cushing. 1990. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 130-137.

Windell J. y J. Bowen 1978. Methods for the study of fish diets based on analysis of stomach contents. En Bagenal T. (Ed) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. IBP Handbook N° 3. pp. 219-226.

Identificación botánica y producción de frutos en un bosque deciduo del asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua, Venezuela. pp. 121-140.

Niveles de metales pesados en gónadas y músculo aductor del mejillón marrón, *Perna perna*, cultivado en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. pp. 141-154.

Crecimiento de la curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, en el Orinoco medio. pp. 155-170.

Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío. pp. 171-182.

Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos (Revisión). pp. 183-210.

### Número 3

Fauna acompañante del camarón como materia prima para la elaboración de productos pesqueros. pp. 217-231.

Mortalidad y rendimiento por recluta de la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en el medio Orinoco de Venezuela. pp. 233-247.

Ensayo de toxicidad aguda CL50-96h con acetato de cadmio y parámetros hematológicos en el híbrido cultivado *Colossoma macropomum x Piaractus*. pp. 249-260.

Metodologías para el estudio de compuestos polifenólicos en especies forrajeras: Un enfoque histórico. pp. 261-298.

Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. pp. 299-315.

Evaluación de la suplementación proteica durante el crecimiento post destete de corderos a pastoreo. pp. 317-324.

Efeito do hormônio 17- $\alpha$ -metil-testosterona nos índice somáticos de *Rana catesbeiana*. pp. 325-331.

### Número 4

Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado Mérida. pp. 333-344.

Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras del género *albizia*. pp. 345-361.

Efecto de la fertilización fosfórica y cálcica sobre el crecimiento, producción de biomasa y proteína cruda en *Albizia lebeck* cultivada en condiciones de sabana. pp. 363-372.

Cambios en las propiedades físicas y químicas de un suelo de sabana bien drenada, con tres sistemas de labranza, en una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. pp. 373-392.

Micotoxinas: Riesgos y prevención. (Revisión). pp. 393-410.

Comportamiento reproductivo de vacas Brahman de primera lactancia suplementadas con proteína no degradable. pp. 411-427.

Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. pp. 429-445.

Distribución y caracterización de especies del grupo de Tilapias (*Oreochromis spp.*) y *Petenia (Caquetaia kraussii)* en ecosistemas naturales en la zona occidental de Venezuela. pp. 447-464.

## Índice Acumulado de Autores

## Volumen 23. 2005.

Acosta V.	(2):141
Álvarez Z. R.	(1):49; (2):183
Araque C.	(1):39
Armas S.	(1):27
Arocha F.	(2):155; (3):233
Bandeira A. H.	(2):105
Barrios R.	(4):373
Bastardo A.	(3):249
Bastidas M. P.	(4):411
Benezra M.	(2):121
Cabello A. M.	(2):171; (3):217
Cabello A.	
Camacaro S.	(2):121; (2):91
Campos M.	(4):447
Castillo I.	(2):141
Castro F.	(4):333
Chacón E.	(1):27
Chicco C. F.	(1):61; (4):429
Chong L.	(2):121
Combellas B. J.	(2):183
Coronado L.	(3):317
Da Silva M E. C.	(3):325
Dávila C.	(4):333
De Combellas B. J.	(1):49
Dourado N. D.	(2):105
Espinoza F	(1):27
Fagan E. B.	(2):105
Figuera B E.	(2):171; (3):217
Flores R.	(1):39

García D. E.	(3):261; (4):345
Godoy S.	(1):61
Gómez A.	(3):217
Gómez G.	(1):69
González A.	(2):155; (3):233
González C.	(1):17
González J.	(4):447
Guzmán R.	(1):69
Haut V.	(2):105
Hernández R.	(3):299
Hurtado E.	(1):17; (3):317
Jiménez D.	(1):1
León A.	(4):393
López H.	(4):447
Machado W.	(2):91
Manfron P. A.	(2):105
Marcano C.	(4):447
Marcano L.	(3):217
Marcano R. M.	(4):373
Márquez A.	(2):155; (3):233
Márquez O.	(1):1
Márquez Y. Del V.	(2):171
Martínez G.	(2):141
Martínez Z.	(3):217
Medeiros S L. P.	(2):105
Medina M. G.	(3):261; (4):345
Mendoza J.	(2):155; (3):233
Müller L.	(2):105
Mundarain I. K.	(3):249
Navarro D. L.	(4):363
Navarro R. D.	(3):325
Navas M.	(4):373
Núñez M.	(2):141
Obispo N. E.	(4):429
Orlando G.	(2):121
Ortiz R.	(4):447
Palma J.	(4):429

Pérez A.	(4):429
Ponce P.	(3):299
Requena F.	(4):393
Ribeiro P. O.	(3):325
Ríos De Á. L.	(2):183
Ríos P. L.	(1):49
Rivas E.	(4):373
Rojas H.	(3):317
Romero C.	(1):39
Rondón M. Z.	(1):49
Sanabria D. V.	(4):373
Sánchez A.	(1):39
Sandoval E.	(1):1
Santos L. C.	(3):325
Santos O. S.	(2):105
Saume E.	(4):393
Shigueki Y. G.	(3):325
Silva-Acuña R.	(4):373
Solórzano E.	(4):447
Torres A. R.	(1):27; (4):363
Urbano D.	(4):333
Valero J.	(2):121
Valle A.	(1):1
Vallenilla O. M.	(2):171
Vallenilla O.	(3):217
Vásquez M. B. J.	(4):411
Vasquez R.	(3):249
Vecchionacce H.	(1):17
Villalobos L. B.	(2):171
Villegas L.	(3):217

## Índice Acumulado de Materias

## Volumen 23. 2005.

**Bovinos**Alimentación y nutrición

- Actividad fitásica (1): 61
- Micotoxinas (4): 393
- Microbiota ruminal (1): 61
- Proteína no degradable (4): 411
- Síndrome de leche anormal (3): 299
- Trastornos metabólicos (3): 299

Producción

- Becerros (1): 1
- Ganancia de peso (1): 1
- Peso al nacer (1): 1
- Vaca lechera (3): 299

Reproducción

- Comportamiento (4): 411
- Folículos ováricos (4): 411

Sistema de producción

- Sistema doble propósito (1): 1

**Ovinos**Alimentación y nutrición

- Actividad fitásica (1): 61
- Consumo (1): 49; (2): 91, 183; (3): 317
- Degradabilidad (1): 61
- Excretas de aves (2): 183
- Micotoxinas (4): 393
- Microbiota ruminal (1): 61
- Suplementación (3): 317
- Sustitutos (1): 49

Producción

- Corderos (1): 49; (3): 317
- Ganancia diaria de peso (1): 49; (2): 183; (3): 317

**Pastos y Forrajes**Especies

- *Albizia* sp. (4): 345
- *Albizia lebbbeck* (4): 363
- *Arachis pintoii* (4): 333
- *Brachiaria humidicola* (4): 373
- *Gliricidia sepium* (1): 49
- *Leucaena leucocephala* (1): 27, 39; (2): 91
- *Morus alba* (1): 49
- *Pennisetum clandestinum* (4): 333
- *Zea mays* (2): 105

Gramíneas

- Fertilización (4): 373
- Producción (2): 105; (4): 373
- Recuperación (4): 373
- Siembra (2): 105
- Valor nutritivo (2): 105

Leguminosas

- Composición química (4): 345
- Fertilización (2): 91; (4): 363
- Producción (1): 39; (2): 91; (4): 363
- Proteína cruda (2): 27; (4): 363
- Siembra (2): 27

Asociaciones

- Composición botánica (4): 333
- Fertilización (4): 333
- Presión de pastoreo (4): 333

Valor nutricional

- Polifenoles (3): 261
- Taninos (3): 261
- Factor antinutricional (3): 261; (4): 345

Bosque

- Composición botánica (2): 121
- Producción de frutos (2): 121
- Diversidad (2): 121

**Piscicultura y Acuicultura**Ambiente

- Bioacumulación (2): 141
- Cadmio (3): 249
- Hematología (3): 249
- Metales pesados (2): 141
- Toxicidad aguda (3): 249

Especies

- *Caquetatia kraussii* (4): 447
- *Colossoma macropomum* (3): 249
- *Micropogonias furnieri* (1): 69
- *Penaeus* sp. (3): 217
- *Perna perna* (2): 141
- *Piaractus brachypomus* (3): 249
- *Plagioscion squamosissimus* (2): 155; (3): 233
- *Oreochromis* spp. (4): 447
- *Thunnus thynnus* (2): 171

Poblaciones

- Administración pesquera (3): 233
- Caracterización (4): 447
- Crecimiento (2): 155
- Distribución (4): 447
- Edad (2): 155
- Estructura (1): 69
- Mortalidad (3): 233
- Rendimiento (3): 233

Reproducción

- Madurez sexual (1): 69

Tecnología de alimentos

- Atún ahumado (2): 171
- Crecimiento bacteriano (2): 171
- Fauna acompañante (3): 217
- Procesamiento (3): 217
- Productos (3): 217

**Porcinos**Alimentación y nutrición

- Ractopamina (4): 429
- Lisina (4): 429

Producción

- Rendimiento en canal (4): 429

Genética

- Cerdo criollo (1): 17
- Morfología (1): 17

**Otras especies**Ranas

- Cultivo (3): 325
- Hormonas (3): 325
- Morfometría (3): 325

**Instrucciones a los autores de Zootecnia Tropical**

ZOOTECNIA TROPICAL publica solamente trabajos inéditos y originales de investigación en producción animal, pastos y forrajes, y acuicultura marítima y continental, relacionados con el trópico. **El autor principal o el responsable de la correspondencia con el Editor debe hacer constar en la hoja de remisión del trabajo que se encuentra al final de estas instrucciones, que el artículo enviado es original e inédito y que cada autor está en conocimiento de la veracidad del artículo.**

ZOOTECNIA TROPICAL publica tres categorías de trabajos: **Artículo Científico, Nota Técnica y Revisión Bibliográfica**; esta última por solicitud del Comité Editorial y/o Editor Jefe al (los) autor(es). **Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués, con un resumen en inglés y en español.**

Las **Notas Técnicas** deben ser breves, consistiendo en modificaciones a técnicas, manejo de instrumentos y/o equipos, informe de casos de interés en particular, preliminares de trabajos y/o estudios en desarrollo que por sus resultados ameriten divulgar la información. **El texto tendrá las mismas secciones del Artículo Científico.** El mismo no deberá exceder de ocho páginas.

**NORMAS DE PUBLICACIÓN****1. PRESENTACIÓN**

Los trabajos deben estar mecanografiados o impresos a doble espacio, por un solo lado, en papel tamaño carta (28 x 21,5 cm), enviando **un original y dos copias.**

Una vez **aceptado** el trabajo, **enviar un disquete y un original** con las modificaciones ya realizadas, utilizando los procesadores de palabras Word o WordPerfect. Las tablas deben ser enviadas en Formato del procesador y los gráficos en Harvard Graphics, Power Point o Excel.

**Una vez recibido el disquete se le enviará la comunicación oficial de aceptación,** con el Volumen y Número donde será publicado el artículo.

Todas las líneas de cada página deben estar numeradas. Asimismo, cada página debe estar numerada en la parte superior derecha y los Cuadros, Figuras y Fotografías deben estar ordenados al final, en tamaño máximo de 7 x 11 cm.

Los originales de Artículo Científico y Nota Técnica deberán contener los elementos que a continuación se indican, escribiéndose en letras mayúsculas, centradas y en negritas:

- **Título:** No debe exceder de dos líneas sin puntos, excepto cuando exista alguna subdivisión del mismo.
- **Autor(es):** Dos líneas abajo del título debe(n) aparecer el (los) autores del mismo indicando nombre y apellido.
- **Institución y Dirección:** Dos líneas abajo del (los) autor (es), identificar su afiliación institucional y dirección postal.
- **Dirección electrónica:** En la misma línea anterior, colocar el correo electrónico o fax del autor de la correspondencia.
- **Resumen:** Debe ser un solo bloque de 250 palabras máximo, sin punto y aparte.
- **Palabras clave:** Máximo seis (6).
- **Título en inglés:** Traducción exacta del título.
- **Summary:** Consiste en una traducción fiel y exacta del resumen en español o portugués, con las mismas instrucciones señaladas para este último. Separadas por una línea, se deberán colocar las palabras clave (Keywords) en inglés.
- **INTRODUCCION:** No deberá exceder de dos páginas (a doble espacio), cuyo contenido deberá expresar, además de la importancia del tema a tratar el objetivo del trabajo.
- **MATERIALES Y METODOS:** Deben ser suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento y/o metodología. Debe incluir igualmente cuáles fueron los métodos estadísticos del análisis. En investigación de campo, deberá incluir además una breve descripción agroclimática de

la localidad donde se efectuó el trabajo. Las cifras menores de 10 deben escribirse y las mayores a ésta se enumeran.

- **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** Pueden ir en conjunto o separados. No deberá exceder de ocho páginas, excluyendo los cuadros, figuras y/o fotografías. Para estos últimos, el autor deberá indicar mediante un corchete y en líneas en blanco, la ubicación de los mismos. **La discusión debe finalizar con un comentario resaltando la importancia de los resultados obtenidos.**
- **CONCLUSIONES:** Deben ser concisas y concretas.
- **AGRADECIMIENTOS:** Un párrafo optativo.
- **BIBLIOGRAFÍA:** Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma.

Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

Las referencias bibliográficas, las cuales van en el desarrollo del texto, deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Para ello, a continuación se indican algunos ejemplos:

**Revista**

Sanabria D., J.G. Fariñas, U. Manrique, Z. Flores e Y. Reina. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado Bolívar. *Zootecnia Trop.*, 13(1): 63-76.

**Revista (aceptado, pero no publicado)**

Valle A. 1996. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. VI. Componentes de la leche. *Zootecnia Trop.*, 14(1). (En prensa).

**Suplemento de revista**

Leng R.A. 1993. Overcoming low productivity of ruminants in tropical developing countries. *J. Anim. Sci.*, 71(suppl. 1):284.

**Libros**

Maynard L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1989. *Nutrición Animal*. 7<sup>ma</sup> Ed. McGraw-Hill, México.

**Capítulos de libros**

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. In Toledo J.M. (Ed.). *Manual para la Evaluación Agronómica*. RIEPT, CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

**Informes, Congresos, Simposia, Reuniones y/o Memorias**

Beltran J., W. Bodisco, N. de Borsotti, D. Plasse, L. Vaccaro, R. Vaccaro, A. Valle y O. Verde. 1985. Bases de una política nacional de producción bovina. Informe presentado al MAC. 16 pp. (Mimeo).

Bracho M., O. Abreu F. y A. Del Villar. 1992. Influencia del peso al parto sobre la producción de leche en vacas doble propósito. I Jornadas Técnicas FONAIAP (Maracaibo, Venezuela), p. 612 (Resúmenes).

Espinoza F., Y. Díaz, P. Argenti, E. Perdomo y L. León. 1998. Estudios preliminares del género *Pachyrhizus* DC. En Venezuela. In Sorensen M., J. Estrella, O. Hamann y S.A. Ríos (Eds.). *Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Tuberous Legumes*. Celaya, Guanajuato, México, pp. 139-154.

**Tesis y Trabajos de Ascenso**

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una Estación Experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de Maestría en Ciencias. UCV-FCV, Maracay, Venezuela. 93 pp.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986-1990. Trabajo de Ascenso LUZ – FCV, Maracaibo, Venezuela. 33 pp.

**Revistas y otras fuentes electrónicas**

McCollum T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. [Online] Available:<http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf>. [Octubre 15, 1997]. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System.

**Publicaciones Misceláneas**

Espinoza F. y P. Argenti. 1995. Interrelación fertilización-carga animal. FONAIAP Serie B, N° 23. Maracay, Venezuela.

**▪ CUADROS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS**

Los Cuadros deben ser solamente los necesarios, ilustrativos y concisos, contando con los datos precisos para que sean autosuficientes.

Las Figuras deben tener las características semejantes a los Cuadros, preferiblemente impresos en láser.

Las Fotografías deben ser impresiones de buena calidad, en originales y en papel brillante, preferiblemente de tamaño postal.

## 2. DIRECCIONES

### Envío de Artículos:

Dr. José L. Gil  
Editor Jefe

Dr. Nestor E. Obispo  
Editor Asistente

### Dirección:

INIA – CENIAP. Apartado Postal 4653. Maracay 2105, estado Aragua, Venezuela. Fax: 58-243-2402640. Correo electrónico: zootrop@inia.gob.ve, jgil@inia.gob.ve, nobispo@inia.gob.ve

### Suscripciones:

Publicaciones  
INIA – Gerencia General  
Av. Universidad, El Limón  
Maracay 2103, Apdo. 4653  
Estado Aragua, Venezuela  
FAX: +58 243 2838101

Rosa C. Terán  
INIA – CENIAP  
Maracay 2103 Apdo. Postal 4653  
Estado Aragua, Venezuela  
email: zootrop@inia.gob.ve  
Fax: +58 243 2402217

## Zootecnia Tropical

### Remisión de manuscrito y Conformidad de los autores

Esta planilla deberá ser llenada y enviada con el manuscrito al Editor. Si el manuscrito no es aceptado para publicación, este affidavit no tiene efecto legal y es considerado nulo. Favor fotocopie este formato y llénelo con letra de imprenta o a máquina.

#### 1.- Título del manuscrito:

\_\_\_\_\_

#### 2.- Nombre y dirección del autor a quien va dirigida la correspondencia:

Nombre \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

#### 3.- Declaración de contenido y exclusividad:

Yo (Nosotros) he (hemos) preparado y/o revisado el manuscrito mencionado anteriormente y declaro (declaramos) que su contenido no ha sido publicado anteriormente en otra revista científica y que no ha sido remitido para su publicación en ninguna otra revista científica.

#### 4.- Conformidad del autor o autores:

Yo (Nosotros) he (hemos) preparado y/o revisado el mencionado manuscrito y declaro (declaramos) ser el (los) autor (autores) en el orden presentado en el mismo.

Yo (Nosotros) aceptamos los términos arriba mencionados:

Autor 1: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Autor 2: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Autor 3: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Autor 4: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Autor 5: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Autor 6: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Hectárea(s)	Ha
Ácido Láctico	AL	Heredabilidad	h <sup>2</sup>
<i>ad libitum</i>	<i>ad lib.</i>	Humedad Relativa	HR
Aminoácido	aa	Inseminación Artificial	IA
Aminoácido Esencial	aaE	Kilogramo	Kg
Análisis de Varianza	AV	Litro	L
Balance de Energía	BE	Materia Orgánica	MO
Bloques Multinutricionales	BM	Materia Seca	MS
Centímetro	cm	Materia Seca Digestible	MSD
Coefficiente de Variación	CV	Metro	M
Coefficiente de Correlación	r	Metros Sobre el Nivel del Mar	msnm
Coefficiente de Determinación	R <sup>2</sup>	Mícra	μ
Consumo de Materia Seca	CMS	Miligramo	mg
Cuadrado Medio	CM	Mínima Dif. Significativa	MDS
Días Lactancia	DL	Minuto	min
Desviación Estándar	DE	Nanogramo	ng
Diferencia Predicha	DP	Número de la Muestra	n
Digestibilidad <i>in vivo</i>	DIV	Número de la Población	N
Digestibilidad <i>in vitro</i>	Div	Nitrógeno no Proteico	NNP
Digestibilidad <i>in situ</i>	Dis	Partes Por Millón	ppm
Energía Digestible	ED	Pastoreo Continuo	Pc
Energía Metabolizable	EM	Proteína Absorbida	PA
Error Estándar	Ee	Proteína Cruda	PC
Extracto Etéreo	EE	Peso	PE
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Peso al Destete	PD
Fibra Detergente Ácido	FDA	Peso al Nacer	PN
Fibra Cruda	FC	Peso Vivo	PV
Fibra Detergente Neutra	FDN	Periodo Experimental	Pex
Fracción Soluble	FS	Periodo de Estandarización	PDE
Fracción Digerible	FD	Porcentaje	%
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Por Mil	‰
Grado Absoluto	°abs	Probabilidad	P
Grados Celsius	°C	Segundo	s
Grados Fahrenheit	°F	Semilla Pura Germinable	SPG
Grados de Libertad	GI	Semilla Pura Viable	SPV
Gramos	G	Tonelada Métrica	Tm
		Ultravioleta	UV



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

**ZOOTECNIA TROPICAL**

APARTADO POSTAL 2103 - A  
Maracay 2105 - ESTADO ARAGUA  
VENEZUELA

BY AIR MAIL

FOR AVION

**COORDINACIÓN EDITORIAL**

*Dr. José Luis Gil*

**COMPOSICIÓN**

*Dr. Nestor E. Obispo*

**MONTAJE**

*Nury Castillo*

**FOTOLITO**

*Mario Pino y Nury Castillo*

**IMPRESIÓN**

*Juan Salas*

IMPRESO EN EL TALLER GRÁFICO DEL INIA

Diciembre 2006

Tiraje: 500 ejemplares

REVISTA  
**ZOOTECNIA TROPICAL**

ORDEN DE SUSCRIPCIÓN  
(Subscription Order)

Por favor, registre mi suscripción por el (los) año(s) \_\_\_\_\_  
(Please, enter my suscription for the year (s))

Nombre: \_\_\_\_\_  
(Name)

Dirección: \_\_\_\_\_  
(Address)

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
(City) (State)

País: \_\_\_\_\_ Apartado: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_  
(Country) (Mail Box) (Zip)

CHEQUE N°: \_\_\_\_\_ Banco: \_\_\_\_\_ Bs.: \_\_\_\_\_  
(Check N°) (Bank) (ms\$)