



Gobierno  
Bolivariano  
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular  
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

tropical

ecnia  
tropical

Zootecnia  
tropical

# Zootecnia tropical

Zootecnia  
tropical  
Depósito Legal: pp. 198302AR214  
ISSN: 0798 - 7269  
AÑO 30 VOL. 30 No. 1 2012

# ZOOTECNIA TROPICAL

**Revista trimestral del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,  
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras  
Maracay, Venezuela**

**ZOOTECNIA TROPICAL** es una revista científica que publica artículos inéditos y originales de investigación en las áreas de producción, salud, genética y reproducción animal de especies de interés zootécnico, tecnología de alimentos de origen animal, pastos y forrajes, y acuicultura marítima y continental, relacionados con el trópico. Su periodicidad es trimestral y se publica en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. Las instrucciones a los autores aparecen en el primer Número de cada Volumen.

ISSN: 0798- 7269

Dep. Legal: pp. 198302AR214

## INDIZACIÓN

C.A.B. Internacional (U.K.)  
Biosis Zoological Records (USA)  
Agroforestry Abstracts (USA)  
IICA- CIDIA (Costa Rica)  
Royal Tropic Institute (Tropag & Rural, Holanda)  
AGRIS (FAO, Roma)  
LATINDEX (México)  
IAMS LIC (USA)  
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (México)  
MEDIATHEK (Alemania)  
Periodica (México)  
REVENCYT (Venezuela)  
Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica)  
Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica)  
Base Agrícola Venezolana (INIA, Venezuela)  
Bioline (Canadá)  
Scielo (Venezuela)  
Scopus (EUA)  
HINARI (FAO Italia)  
Org. De Estados Iberoamericanos (Colombia)

## Se acepta el intercambio con otras revistas

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

## Toda correspondencia debe dirigirla a:

REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL  
INIA. Gerencia General.  
Av. Universidad, El Limón. Apartado Postal 4653,  
Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.  
Teléfono: 0243-2404700  
Fax: 0243-2404731

## Direcciones electrónicas:

zootrop@inia.gob.ve  
zootropi@gmail.com

## 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

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

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

## Valor de la suscripción:

Venezuela Bs F. 65,00 un año.

Exterior: US \$ 75.00 one year.

Ejemplar: Bs F: 15,00.

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

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS  
ZOOTECNIA TROPICAL**

Tatiana Pugh

*Presidente*

Orlando Moreno

*Gerente General*

*Margaret Gutiérrez*

*Gerente de Investigación  
e Innovación Tecnológica*

*Jonathan Coello*

*Gerente de Producción Social*

*Julio Osío*

*Gerente de Participación  
y Desarrollo Comunitario*

**COMITE EDITORIAL**

Luis Dickson

*Editor Jefe*

Fanny Requena

*Editora Técnico*

Jessie Vargas

*Editora Asistente*

Ana Beatriz Briceño

*Seguimiento y Diagramación*

**EDITORES ASOCIADOS**

Gérman Pontillo (LUZ)

*Sección Fisiología y Reproducción*

José Alió (INIA)

*Sección Piscicultura y Acuicultura*

Magaly Bracamonte (INIA)

*Sección Sanidad*

Oziel Montañez (UASLP)

*Sección Nutrición*

Luis Dickson (INIA)

*Sección Genética*

Judith Principal (UCLA)

*Sección Apicultura*

**CONSEJO ASESOR**

Omar Verde (Venezuela)

Glafiro Torres (México)

Bertha Chongo (Cuba)

Miguel Batista (España)

Juan Capote (España)

Manuel Milla (Venezuela)

Siomara Martínez (Cuba)

Carlos Becerril (México)

Impreso en el taller Gráfico del INIA  
Maracay, Venezuela  
Tiraje: 500 ejemplares



## Editorial

La publicación de los resultados obtenidos de la investigación científica y tecnológica y su rápida difusión, es parte importantísima del proceso de generación de conocimientos, ya que cada publicación constituye una pieza en el armado del rompecabezas del saber, pieza que a su vez sirve a otros equipos de investigadores para contrastar los avances alcanzados por ellos mismos, antes de dar su propio aporte a este acertijo que es la naturaleza y su funcionamiento.

La publicación de resultados también tiene otra función no menos importante y pocas veces visualizada y es la de brindar acceso al conocimiento más reciente a profesionales y técnicos que son sin duda alguna claves si se quiere alcanzar el desarrollo, como son los encargados de la docencia y de la transferencia tecnológica para la producción.

En el mundo globalizado y con el aumento de la velocidad en la transmisión de información los avances en la ciencia se están dando de manera vertiginosa, al punto tal que con el retraso en la publicación de los resultados obtenidos por un equipo de investigación se corre el riesgo que una vez publicados los mismos ya sean obsoletos. De allí que de la rapidez con que estos resultados sean publicados depende en buena medida el impacto del aporte realizado.

Es por eso que el equipo editorial de Zootecnia Tropical esta haciendo un gran esfuerzo por mejorar la recepción, arbitraje, edición y publicación de las contribuciones enviadas a esta revista por los investigadores de todo el mundo.

Razón por la cual también se han adoptando sistemas informáticos para realizar el proceso editorial, se están revisando las normas para la publicación y se están realizando cambios en el equipo humano de la revista con el fin de mejorar la eficiencia del proceso.

En este esfuerzo por agilizar la publicación está involucrada la plantilla de árbitros quienes de manera gratuita y generosa revisan las contribuciones enviadas y sin quienes esta publicación sería imposible de realizar, a ellos nuestro sincero reconocimiento.

Es el ánimo de las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA) al cual esta adscrita esta revista y del equipo editorial de la misma el mejorar de manera significativa el modesto aporte que esta publicación puede dar a la ciencia y tecnología y a la producción agrícola animal especialmente en los países en desarrollo, a quienes esta revista esta principalmente dirigida.

De nuevo gracias a quienes han confiado los resultados de su trabajo y esfuerzo a nosotros para su divulgación, esperamos no defraudarles.

Luis C. Dickson U.  
Editor Jefe



**TABLA DE CONTENIDO Vol. 30 N°. 1**

**ARTÍCULOS CIENTÍFICOS**

Madrid C., Fuentes H., Romero W., Álvarez A. y Espinoza E. Reactivación de un cepario de <i>Babesia bigemina</i> , <i>Babesia bovis</i> y <i>Anaplasma marginale</i> , para estudios experimentales.....	9
Borges J., Barrios M. y Escalona O. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> ) .....	17
Ly J., Almaguer R., Castro M., Cruz E., García B. y Delgado E. Salida fecal y balance de N en cerdos alimentados con dietas de melaza basadas en harinas de soya o miel proteica como fuente de proteína .....	27
Suárez C. y Maldonado J. Seropositividad a <i>Neospora caninum</i> en unidades de producción bovina del estado Lara, Venezuela.....	35
Delgado A., Armas W., D'Aubeterre R., Jiménez M. y Marchan V. Registros técnico-económicos en sistemas de producción caprino-sábila ( <i>Capra hircus-Aloe vera</i> ) en la comunidad de Cauderales, estado Lara.....	43
Torres R., Aparicio R. (†), Godoy S., Astudillo L. y Carrasquel J. Dinámica de proteína cruda y componentes minerales de las pasturas de sabanas hiperestacionales en bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure, Venezuela.....	53
Vásquez F., Pezo D., Mora J. y Skarpe C. Selectividad de especies forrajeras por bovinos en pastizales seminaturales del trópico centroamericano: un estudio basado en la observación sistemática del pastoreo.....	63
Mariani F., Maggi M., Porrini M., Fuselli S., Caraballo G., Brasesco C., Barrios C, Principal J. y Martin E. Interacciones parasiticas entre <i>Nosema</i> spp y <i>Varroa Destructor</i> en colonias de <i>Apis Mellifera</i> .....	81
Principal J., Morales Y., Fuselli S., Pellegrini M., Ruffinengo S., Eguaras M. y Barrios C. Origen botánico de las mieles de <i>Apis Mellifera</i> L. producidas en la cuenca del Embalse Guaremal, estado Yaracuy, Venezuela .....	91
Perdomo D., Corredor Z. y Ramírez L Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja ( <i>Oreochromis</i> spp.) en una zona cálida tropical .....	99
<b>Nota Técnica</b>	
Maldonado J., Coronado A., Kowalski A. y Medina J. Evidencia molecular de transmisión transplacentaria de <i>Anaplasma marginale</i> en becerros neonatos cebú de Venezuela .....	109
Instrucciones al autor.....	115

## TABLE OF CONTENTS Vol. 30 N°. 1

## SCIENTIFIC ARTICLES

Madrid C., Fuentes H., Romero W., Álvarez A. and Espinoza E. Reactivation of parasites stock <i>Babesia bigemina</i> , <i>Babesia bovis</i> y <i>Anaplasma marginale</i> , for experimental studies.....	9
Borges J., Barrios M. and Escalona O. Effect of organic and inorganic fertilization on star grass ( <i>C. nlemfuensis</i> ) agro-production and chemical composition .....	17
Ly J., Almaguer R., Castro M., Cruz E., García B. and Delgado E. Faecal output and N balance in pigs fed with diets of sugar cane molasses based on soybean meal or proteic-molasses as protein sources .....	27
Suárez C. and Maldonado J. <i>Neospora caninum</i> seropositivity in cattle production units of Lara state, Venezuela.....	35
Delgado A., Armas W., D'Aubeterre R., Jiménez M. and Marchan V. Technical and economical records in the <i>Capra hircus</i> - <i>Aloe vera</i> production systems in the community of Cauderales, Urdaneta municipality, Lara state, Venezuela .....	43
Torres R., Aparicio R. (†), Godoy S., Astudillo L. and Carrasquel J. Dynamics of crude protein and mineral components of hyperstational savannah grasslands in banks, shoals and estuaries in Mantecal, Apure state, Venezuela .....	53
Vásquez F., Pezo D., Mora J. and Skarpe C. Selectivity of forage species by cattle in seminatural grasslands of central american tropics: a study based on systematic monitoring of grazing.....	63
Mariani F., Maggi M., Porrini M., Fuselli S., Caraballo G., Brasesco C., Barrios C, Principal J. and Martin E. Parasitic interactions between <i>Nosema</i> spp. and <i>varroa destructor</i> in <i>apis mellifera</i> colonies .....	81
Principal J., Morales Y., Fuselli S., Pellegrini M., Ruffinengo S., Eguaras M. and Barrios C. Botanical origin of the honey of <i>Apis mellifera</i> L. produced Guaremal Reservoir Basin, State Yaracuy, Venezuela .....	91
Perdomo D., Corredor Z. and Ramírez L Physico-chemical characteristics and morphometric breeding phased of red tilapia ( <i>Oreochromis</i> spp.) in a warm tropical zone .....	99
<b>Technical note</b>	
Maldonado J., Coronado A., Kowalski A. and Medina J. Molecular evidence of transplacental transmission of <i>Anaplasma marginale</i> in zebu neonatal calves of Venezuela.....	109
Instructions to the author .....	115

## **Reactivación de un cepario de *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* y *Anaplasma marginale*, para estudios experimentales**

Carmen Madrid, Henry Fuentes, Willians Romero, Ana Álvarez y Emir Espinoza\*

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Unidad de Sanidad Animal. Maracay, Aragua, Venezuela.

\* Correo electrónico: espinozaemir@yahoo.com

---

### **RESUMEN**

El uso de microorganismos conservados (*Babesia* sp y *Anaplasma* sp) son claves en la solución de los graves problemas generados por los hemotrópicos de interés veterinario en Venezuela. Aislados de *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* criopreservados en nitrógeno líquido a (-196)°C por largo tiempo, se inocularon en becerros esplenectomizados, con el objeto de evaluar la viabilidad de mismos. Los resultados mostraron alta patogenicidad de los aislados, con manifestaciones clínicas de fiebre, anorexia, incoordinación (*B. bovis*) y hemoglobinuria (*B. bigemina*). La virulencia de los hemoparásitos medida por la disminución del hematocrito, indicó mayor severidad para los aislados de *B. bigemina* y *A. marginale*. La criopreservación de estos parásitos permitirá la producción de antígenos en cantidad y calidad para análisis de rutina de estas enfermedades de interés veterinario, desde el punto de vista parasitológico, serológico y de biología molecular.

*Palabras clave:* Reactivación, viabilidad, *Anaplasma marginale*, *Babesia* sp.

---

### **Reactivation of parasites stock *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* y *Anaplasma marginale*, for experimental studies**

### **ABSTRACT**

The uses of conserved microorganisms (*Babesia* sp and *Anaplasma* sp) are keys in the solution of serious problems generated by veterinary haemotropic parasites of serious concern in Venezuela. Isolated *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* and *Babesia bovis* cryopreserved in liquid nitrogen at (-196)°C long splenectomised calves were inoculated with the object of assessing their viability. Results showed high pathogenicity of isolates, with clinical manifestations of fever, anorexia, incoordination (*B. bovis*) and haemoglobinuria (*B. bigemina*). The virulence of the hemoparasites measured by the decrease of hematocrit indicated greater severity for isolates of *B. bigemina* and *A. marginale*. Cryopreservation of these parasites allows antigen production in quantity and quality for routine analysis of these diseases of veterinarian interest, from the viewpoint parasitological, serological and molecular biology.

*Key words:* Reactivation, viability, *Anaplasma marginale*, *Babesia* sp.

---

### **INTRODUCCIÓN**

El uso de los microorganismos es clave en el enfrentamiento y control de los graves problemas de la humanidad, agricultura, alimentación, la salud animal y humana. Los microorganismos, entre ellos, los hemoparásitos de interés veterinario, juegan un papel destacado en diversas áreas de la biología; por lo que su aislamiento, caracterización y conservación es importante (Souza *et al.*, 2000; De Oca *et al.*, 2008). Lograr establecer en

Venezuela, una colección de hemotrópicos que afectan de manera endémica la ganadería vacuna y bufalina (*Babesia bigemina*, *Babesia bovis* y *Anaplasma marginale*), ayudaría a tener un acervo de la biodiversidad de estos parásitos, lo cual proporcionará elementos útiles en la adaptación y estandarización de métodos que permitan la validación de nuevas técnicas de diagnóstico y el desarrollo de vacunas hemoparasitarias libres de patógenos zoonosarios (bacterias y virus) que afectan al efectivo ganadero.

La babesiosis bovina, causada por la *B. bigemina* y/o *B. bovis* es considerada como una enfermedad económicamente importante de los bovinos explotados en las zona sub tropicales y tropicales de América, entre los 40° N y 32° S del Ecuador, donde prevalece su vector: la garrapata *Rhipicephalus (B) microplus* (González., 1979; Vargas y Patarroyo, 2004). Estas dos especies de *Babesia*, conjuntamente con el *A. marginale* son causantes del complejo conocido como “fiebre de garrapatas o tristeza parasitaria bovina”, caracterizada por producir como sintomatología general: fiebre, anemia, ictericia (más intensa y común en la anaplasmosis), hemoglobinuria (*B. bigemina*), incoordinación (*B. bovis*), enflaquecimiento, baja producción de carne y leche, abortos y muerte (Herrera *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2011). La babesiosis puede ser controlada por el uso de acaricidas para regular el vector, la quimioprofilaxis y el uso de medios inmunológicos (Goncalves, 2000) y en la anaplasmosis como opciones de control se utilizan el tratamiento de animales con terapéutica específica, una vez diagnosticada la enfermedad o determinada la seroprevalencia de la misma, y la vacunación con aislados o cepas de *A. marginale* atenuadas o *Anaplasma centrale* (Richey y Palmer, 1990).

Actualmente, se realiza en el país la evaluación de un inmunógeno ultracongelado polivalente monodosis constituido por *B. bigemina*, *B. bovis* y *A. centrale*, de origen argentino para prevenir éste complejo de patologías, la fiebre de garrapata o la tristeza parasitaria bovina. Por consiguiente este trabajo describe, como parte del proceso de evaluación del inmunógeno argentino, la viabilidad de los aislados de *B. bigemina*, *B. bovis* y *A. marginale*, preservados en nitrógeno líquidos a (-196)°C durante 7, 10 y 26 años, respectivamente, en el banco de hemoparásitos del Laboratorio de Parasitología Unidad de Sanidad Animal INIA-CENIAP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales experimentales

Para la reactivación de las cepas de *B. bovis*, *B. bigemina* y *A. marginale*, pertenecientes al cepario de hemoparásitos del Laboratorio de Parasitología de la Unidad de Sanidad Animal, se utilizaron dos (2) becerros Holstein de 7 – 8 meses de edad, provenientes de la Estación Experimental Santa María de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela FCV-UCV, negativos (sin parásitos visibles por microscopía óptica) a *Babesia* sp y *A. marginale* por método directo (frotis coloreado con Giemsa al 10%), realizados en el Laboratorio de Parasitología y la Técnica en Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR), utilizando cebadores msp5 para identificación de *A. marginale*, pericia efectuada en el Laboratorio de Inmunología de Hemoparásitos de la Universidad Simón Bolívar. Los becerros seleccionados para ser inmunodeprimidos quirúrgicamente fueron mantenidos antes y posterior a la esplenectomía, bajo estricto aislamiento en un ambiente libre de garrapatas, desde su traslado a los galpones experimentales hasta finalizar el ensayo; alimentándose a base de concentrado, heno y agua *ad libitum*.

### Aislado de hemoparásitos

Se utilizaron para este ensayo, aislados de *B. bovis*, *B. bigemina* y *A. marginale* obtenidos a nivel de campo en diversas regiones del país, los cuales se han mantenido en formas de criopreservados en nitrógeno líquido hasta el momento de ser reactivado para su uso en estudios experimentales (desafío y/o preparación de frotis para pruebas de inmunofluorescencia indirecta o ensayos inmunoenzimáticos).

### Infeción y dosis de inóculo

Los dos animales utilizados para la reactivación de la *B. bovis* y *B. bigemina*, se inocularon por vía intravenosa (IV) con dosis de  $10^7$  y  $10^9$  eritrocitos parasitados contenidos en 1 mL de un criopreservado (partes iguales de sangre y DMSO). El becerro previamente inoculado con la *B. bovis*, una vez reactivada la cepa y desarrollada las manifestaciones clínicas de la enfermedad, se trató mediante el empleo de un protocolo esterilizantes (acetato de diminaceno) a los fines de lograr, posteriormente,

una infección pura de anaplasmosis (IICA, 1985). Recuperado clínicamente el animal, se inoculó por vía IV con unacepa de *A. marginale*, a la dosis de  $10^8$  eritrocitos parasitados y contenidos en 1 mL de criopreservado, similar al de las *Babesia*.

### **Determinación y registro de temperatura corporal, signos clínicos, muestras sanguíneas y parasitemia**

La temperatura corporal se midió en las primeras horas de la mañana (7 a 8 AM), empleándose un termómetro rectal de uso veterinario. Paralelamente, se evaluaron mediante observación y registro diario, los signos clínicos en los becerros inoculados, mucosas, ganglios, frecuencia cardíaca y respiratoria, condición corporal y actitud. A continuación, se tomaron regularmente muestras de sangre venosa de cada animal, en tubos vacutainer conteniendo EDTA (ácido etilendiaminotetracético) para la evaluación del hematocrito (Ht) y la parasitemia, y en tubos sin anticoagulantes para posterior medición de la cinética de los anticuerpos antibabesia y antianaplasma. La determinación de los hemoparásitos fue realizada en frotis sanguíneo delgado coloreado con Giemsa al 10%.

### **Análisis de los datos**

Durante la reactivación de los aislados, se registraron los valores cualitativos y cuantitativos de las manifestaciones clínicas, período de incubación, temperatura corporal y hematocrito, obtenidos en dos períodos arbitrarios, uno de incubación y el otro de patencia de los parásitos. Los mismos se registraron y se tabularon, expresándose cualitativamente o en porcentaje de acuerdo al parámetro estudiado.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se observó que los tres microorganismos criopreservados por períodos mayores a siete (7) años (*A. marginale*, *B. bigemina* y *B. bovis*), presentaron sobrevivencia y patogenicidad, valorada por la presencia de la parasitemia, el seguimiento de los síntomas clínicos en los animales esplenectomizados y retados con el hemoparásito en particular (Cuadro 1 y 2). No obstante, se resalta en este ensayo, que los becerros retados con los hemoparásitos en términos generales, manifestaron en los frotis coloreados con Giemsa, un cuadro de baja parasitemia, semejante a reportes citados en la literatura por otros autores,

quienes trabajaron con animales esplenectomizados (Kuttler, 1986; Vieira *et al.*, 2000). Los síntomas o manifestaciones clínicas, fueron coincidentes con los señalados en la bibliografía para este tipo de enfermedades hemoparasitarias (Bock *et al.*, 2004; Araujo *et al.*, 2008), agrupadas en lo que se denomina el “complejo de la tristeza parasitaria bovina”, como son entre otros, temperaturas elevadas ( $\geq 39^\circ\text{C}$ ), ictericia/anemia, apatía/debilidad (Herrera *et al.*, 2008). Los resultados mostraron que la sangre infectada con los hemoparásitos y criopreservada con dimetil sulfóxido, siguió siendo infecciosa después de la descongelación e inoculación por separado a los becerros esplenectomizados (Cuadro 1 y 2). Las observaciones mediante microscopía óptica, no evidenciaron hemólisis por el tiempo de preservación, ni causada por el congelamiento y descongelamiento de los viales; observación, anteriormente reportadas por otros investigadores que han congelado protozoarios, tanto de mamíferos como de aves (Souza *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2008).

El Cuadro 1 refleja el desarrollo del período prepatente de los hemoparásitos utilizados en este ensayo. Los microorganismos fueron detectados en frotis sanguíneos a los 21, 6 y 5 días para el *A. marginale*, *B. bigemina* y *B. bovis*, respectivamente. Los anteriores períodos de prepatencia son similares o están dentro del rango promedio de los reportados por otros autores que han trabajado infecciones experimentales con estos hemoparásitos en diferentes partes del mundo (Toro *et al.*, 1993; Ribeiro *et al.*, 2001; Sacco *et al.*, 2001; Espinoza *et al.*, 2002). Sin embargo, vale acotar que Meléndez (2001) trabajando en Venezuela con una cepa virulenta de *A. marginale* (Zulia), reporta un período prepatente de 13 días. Para el caso de la *B. bigemina* y *B. bovis*, investigadores colombianos señalan períodos prepatentes de 8 y 12 días, respectivamente (Benavides *et al.*, 2000).

En ese mismo orden de ideas, se debe resaltar que la posible resistencia o susceptibilidad innata de los animales utilizados en los ensayos, así como el método de almacenaje, dosis y vía del inóculo del hemotrópico, puede influenciar la patencia de los mismos, y por consiguiente es un factor particularmente importante a considerar (Bock *et al.*, 1999). Simultáneamente a la visualización de los microorganismos, las temperaturas corporales de los animales de este ensayo, se elevaron de  $38,7^\circ\text{C}$  en promedios a  $41,8^\circ\text{C}$  temperatura máximo promedio, situación presentada

Cuadro 1. Respuesta fisiopatológica medida por intermedio del período de incubación, temperatura corporal y el hematocrito (Ht) en los becerros retados experimentalmente con los hemoparásitos (*A. marginale*, *B. bigemina* y *B. bovis*).

Parásito	Período Criopreservación (Años)	Dosis Inóculo (ml/IV)	Período Prepatente (Días)	Temperatura Máxima (°C)	$\bar{x}$ Ht Pre Inf (l/l)	$\bar{x}$ Ht Pos Inf (l/l)	↓ Ht (%)
<i>A. marginale</i>	26	10 <sup>8</sup>	21	40	0,28	0,06	78,5
<i>B. bigemina</i>	10	10 <sup>7</sup>	6	41,8	0,26	0,05	80,8
<i>B. Bovis</i>	7	10 <sup>9</sup>	5	41,3	0,29	0,17	41,3

$\bar{x}$  = Promedio; ↓ = Disminución

con la infección de *B. bigemina* (Cuadro 1). Las infecciones con los otros dos patógenos, *A. marginale* y *B. bovis* expresaron aumentos de temperatura de 40 y 41,3 °C, respectivamente. Los aumentos de temperaturas, concomitantemente con la disminución del hematocrito constituyen indicadores típicos del desarrollo de estas parasitosis, principalmente en los casos de anaplasmosis (Aso, 1987), sin embargo, para los casos de *Babesia* sp. debe tomarse en cuenta la virulencia de las cepas utilizadas en la replications experimentales, ya que algunos aislados o cepas producen disminuciones rápidas o moderadas de los parámetros clínicos como temperatura y hematocrito (González *et al.*, 1979). Con referencia a los Ht promedios de pre infección (Cuadro 1) se observa, que los valores oscilaron cercanos al límite inferior referencial, posiblemente debido al estado fisiológico (esplenectomía) de los animales utilizados para este trabajo. La bibliografía refiere valores entre 0,24 y 0,46 l/l, para condiciones fisiológicas normales (Jain, 1986). En el Cuadro 1 se evidenció, que los animales del experimento desarrollaron una fuerte disminución del Ht, una vez que se hizo presente la parasitemia en sangre circulante, alcanzando valores tan bajo como el caso de la *B. bigemina* (0,05 l/l; día 10 post inoculación). Los anteriores resultados difieren de los datos señalados por Mendonca *et al.* (2003) quienes trabajando con becerros de la raza Nelore e inoculados experimentalmente con *B. bigemina*, observaron una ligera disminución del Ht. Con referencia a la inoculación de criopreservado de *A. marginale*, se observó una reducción drástica en el Ht, con un valor

de 0,06 l/l para el día 21 post inoculación, situación que difieren moderadamente de los observados (0,10 l/l) por Toro *et al.* (1993), quienes trabajaron con aislados virulentos venezolanos de *A. marginale*. De tal manera, los datos manejados en el presente experimento, son consistentes con los señalados por diversos investigadores al considerar la reducción del Ht como el indicador más confiable para evaluar los signos clínicos del complejo “tristeza parasitaria bovina” (García *et al.*, 2000). En el mismo Cuadro 1 se señalan los descensos porcentuales de los Ht cuando se compararon los promedios de preinfección vs promedios de postinfección. Es de notar que para el caso del *A. marginale* y la *B. bigemina*, la disminución fue mayor del 50%, cifras que difieren con los valores referenciados en animales infectados experimentalmente con *A. marginale* por Montenegro *et al.* (1990), y Toro *et al.* (1988), Los cambios clínicos patológicos advertidos en los becerros retados con los hemoparásitos, fueron agudos (Cuadro 2), caracterizándose por fiebre, ictericia, aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, anorexia, salivación profusa, depresión, incoordinación (*A. marginale*, *B. bovis*), postración (*A. marginale*, *B. bovis*) y hemoglobinuria (*B. bigemina*). Las anteriores manifestaciones clínicas indicadas en este trabajo, coincidieron con las reportadas previamente por otros autores, trabajando con aislados/cepas venezolanas o extranjeras de los tres microorganismos (Richey y Palmer, 1990; Toro *et al.*, 1993; Espinoza *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Reacción de los becerros esplenectomizados a la exposición con *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, determinada por los síntomas clínicos.

Parásito	Fiebre	Ictericia	Anorexia	Síntomas Respiratorios	Síntomas Nerviosos
<i>A. marginale</i>	X	X	X	X	-
<i>B. bigemina</i>	X	X (Hemoglobinuria)	X	-	-
<i>B. bovis</i>	X	X	X	-	X

Vieira *et al.* (2001) valorando la parasitemia, hematocrito y niveles bioquímico séricos en becerros esplenectomizados de la raza Nelore de seis meses de edad y retados por vía endovenosa con un criopreservado de *B. bigemina*, detectaron babesiosis clínica caracterizada por un cuadro febril, anemia, ictericia, además de hemoglobinuria. De manera similar, las susceptibilidad de otras especies de animales esplenectomizados a *Babesia* sp. y los signos fisiopatológicos desarrollados (fiebre, disminución del Ht), tal como en los equinos, lo han reportados otros autores (Cunha *et al.*, 1997). Adicionalmente, vale la pena destacar los resultados obtenidos por Blandino y Alonso (2004), al determinar en becerros Holstein de 6 – 10 meses inoculados con un aislado de *B. bovis*, una evolución clínica más severa, situación no presentada en este reporte al notarse en el animal retado con el mismo hemoparásito, un desarrollo patológico de ligero a moderado, al compararse con los síntomas generados por los otros dos aislados. En el caso de la anaplasmosis, el presente ensayo corroboró las informaciones previamente obtenida por Aso (1987), cuando estudio el comportamiento de becerros mestizos *Bos taurus* esplenectomizados.

### CONCLUSIONES

Los anteriores aspectos clínicopatológicos obtenidos en estas inoculaciones experimentales con los hemoparásitos estudiados, confirman el poder patogénico de los criopreservados por mucho tiempo en el banco de aislados/cepas de hemoparásitos, lo cual permitirá la producción de antígenos en cantidad y calidad para análisis de rutina de estas enfermedades de interés zootécnico, desde el punto

de vista parasitológico, serológico y de biología molecular.

### LITERATURA CITADA

- Araujo, F., C. Costa, C. Ramos, T. Farias, I. Souza, E. Melo, C. Elisei, G. Rosinha, C. Soares, S. Fragoso and A. Fonseca. 2008. IgG and IgG2 antibodies from cattle naturally infected with *Anaplasma marginale* recognize the recombinant vaccine candidate antigens VirB9, VirB10, and elongation factor-Tu. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 103(2): 186-190.
- Aso, P. 1987. Las alteraciones séricas de los bovinos durante la anaplasmosis. Trabajo de Ascenso. USB. Sartaneja. Venezuela.
- Benavides, E., O. Vizcaino, C. Britto, A. Romero and A. Rubio. 2000. Attenuated trivalent vaccine against babesiosis and anaplasmosis in Colombia. Ann. N. York. Acad. Sci. 916: 613-616.
- Blandino, T. y M. Alonso. 2004. Resistencia del ternero a *Babesia bovis* y protección frente a un aislamiento heterólogo. Rev. Salud. Anim. 26(2): 108-111.
- Bock, R., L. Jackson, A. De Vos and W. Jorgensen. 2004. Babesiosis of cattle. Parasitology. 129: 247-269.
- Bock, R., T. Kingston, N. Standfast and A. Vos. 1999. Effect of cattle breed on innate resistance to inoculations of *Babesia bigemina*. Aust. Vet. J. 77(7): 465-466.

- Cantó, G., J. Álvarez, E. Rojas, J. Ramos, J. J. Mosqueda, C. Vega y J. Figueroa. 2003. Protección contra babesiosis bovina con una vacuna mixta de *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* derivada de cultivo in vitro bajo una confrontación de campo. Inmunización en un área libre de la enfermedad. Vet. Mex. 34(4): 323-332.
- Costa, V., A. Rodrigues, J. Medeiros, M. Labruna, S. Simoes e F. Riet-Correa. 2011. Tristeza parasitaria bovina no Sertao da Paraiba. Pesq. Vet. Bras. 31(3): 239-243.
- Cunha, C., S. Silva, A. Rodríguez e G. Guerreiro. 1997. Avaliacao do efeito da esplenectomia em equinos portadores e libres de *Babesia* spp. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 6(2): 157-160.
- De Oca, N., R. González, Y. Riverón, A. Núñez, A. Villoch y N. Rodríguez. 2008. Establecimiento y desarrollo de la colección de cultivos del CENSA. Rev. Salud. Anim. 30(1): 17-24.
- Espinoza, E., N. González y H. López. 2002. Hemoparásitos en becerros esplenectomizados bajo condiciones de pastoreo. Veterinaria. Trop. 27(2): 99-110.
- FAO. 1994. Protocolo para evaluar la seguridad y eficacia de los inmunógenos contra la anaplasmosis y babesiosis bovina. REDLAB. Santiago. Chile.
- Herrera, M., A. Soto, V. Urrego, G. Rivera, M. Zapata y L. Ríos. 2008. Frecuencia de hemoparásitos en bovinos del Bajo Cauca y Alto San Jorge, 2000-2005. Rev. MVZ. Córdoba. 13(3): 1486-1494.
- IICA. 1985. Técnicas para el diagnóstico de babesiosis y anaplasmosis bovinas. Publicación científica N° 8. Santiago. Chile.
- García, M., R. Torres, G. Hernández, G. Cantó y S. Rodríguez. 2000. *Anaplasma marginale*: Diferentes grados de virulencia en dos aislados mexicanos. Vet. Mex. 31(2): 157-160.
- González, E., R. Todorovic, G. López y O. García. 1979. Atenuación de una cepa de *Babesia* argentina (*Babesia bovis*) de origen colombiano. Revista ICA. 14(1): 33-39.
- Goncalves P. 2000. Epidemiología e control da tristeza parasitaria bovina na Regiao Sudeste do Brasil. Ciencia Rural. 30(1): 187-194.
- Jain, N. 1986. Schalm's Veterinary Hematology. 4<sup>ta</sup> ed. Lea y Febiger. Philadelphia.
- Kuttler, K. 1986. Dynamics of *Anaplasma marginale* in splenectomised calves treated with either imidocarb or oxytetracycline. Trop. Anim. Hlth. Prod. 18: 91-96.
- Martins, N., C. Lobato, F. Salvarini, R. Silva, G. Costa, C. Lima, P. Pires e R. Assis. 2008. Viabilidade de *Tritrichomonas foetus* apos congelamiento com diferentes crioprotectores. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 17(3): 161-162.
- Mendonca, C., D. Vieira, A. Kohayagawa, M. Schenk, C. Madruga e J. Afonso. 2003. Avaliacao clínica e hematológica em becerros Nelore infectados experimentalmente com isolados de *Babesia bigemina* das regioes Sudeste, Nordeste e Norte do Brasil. Pesq. Vet. Bras. 23(2): 52-60.
- Meléndez, F. 2001. Evaluación de una vacuna de *Anaplasma centrale* contra la anaplasmosis bovina. Tesis de Maestría. Mención Patología. UCV-FCV. Maracay. Venezuela.
- Montenegro, S., M. Toro, E. León, B. Baek, A. Guillen y R. López. 1990. Inducción de inmunidad protéctica contra la anaplasmosis bovina usando un inmunógeno corpuscular purificado de *Anaplasma marginale*. Veterinaria trop. 15: 57-76.
- Richey, E. and G. Palmer. 1990. Bovine anaplasmosis. Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 12(11): 1661-1669.
- Ribeiro, M., E. Filho, L. Passos, H. Saturnino e M. Malaco. 2001. Quimioprofilaxia da babesiose bovina com diidroxitetraclina de longa duracao. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 53(1): 9-14.
- Sacco, A., R. Kessler e C. Madruga. 2001. Cepas atenuadas de *Babesia bovis* e *Babesia bigemina* e de *Anaplasma centrale* como imunógenos no controle da tristezaparasitaria bovina. 31(5): 849-855.

- Souza, P., C. Elisei, C. Soares y C. Massard. 2000. Criopreservación de Plasmodium (*Novyella*) *juxtenuclerae* con glicerol. Parasitol. Día. 24(1-2): 22-26.
- Toro, M., S. Montenegro, E. León, A. Guillen, R. Urbina, L. Llovera y M. Silva. 1993. Uso de una vacuna polivalente inactivada en la inmunización de bovinos contra la anaplasmosis y babesiosis. Veterinaria trop. 18: 23-37.
- Toro, M., S. Montenegro, E. León, R. López y M. Ristic. 1988. Babesiosis bovina: Efecto inmunoprotector de un exoantígeno de *Babesia bovis* (=B. argentina) obtenido mediante cultivo in vitro. Veterinaria trop. 13: 69-82.
- Vargas, M. y J. Patarroyo. 2004. Patofisiología de la infección por *Babesia bovis*. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 13 (Supl 1): 48-52.
- Vieira, D., C. Mendonca, A. Kahayagawa, C. Madruga, M. Schenki e R. Kessler. 2001. Avaliações da parasitemia, dos hematócrito e dos bioquímico séricos, de bezerros nelore (*Bos indicus*), inoculados com isolados de *Babesia bigemina* (Smith & Kilborne, 1893), das regiões sul, sudeste, centro-oeste, nordeste e norte do Brasil. Ciencia Anim. Bras. 2(2): 101-110.
- Vieira, D., C. Mendonça, A. Kahayagawa, C. Madruga, P. Bicudo, M. Schenki e R. Kessler. 2000. Avaliações da parasitemia, hematócrito e níveis enzimáticos de bezerros nelore (*Bos indicus*), inoculados com isolados de *Babesia bigemina* (Smith & Kilborne, 1893), das regiões sul, sudeste, centro-oeste, nordeste e norte do Brasil. Ciencia Anim. Bras. 1(2): 127-135.



## **Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*)**

Jorge A. Borges<sup>1\*</sup>, Mariana Barrios<sup>1</sup>, Orlando Escalona<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, San Felipe – Yaracuy. <sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros – Guárico. \*Correo electrónico: jborges@inia.gob.ve

### **RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización orgánica (FO: 2000 kg compostaje ha<sup>-1</sup>) e inorgánica (FI: 200 kg N + 85 kg P ha<sup>-1</sup>) sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella, se condujo un ensayo durante el periodo seco en parcelas experimentales ubicadas en un bosque seco tropical, sobre un suelo franco de mediana fertilidad y bajo diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluaron las variables altura de plantas (AP), producción de biomasa verde (BV) y seca (BS), materia seca acumulada (MSA), rendimientos de materia seca en hojas (RMSH) y rendimientos de materia seca en tallos (RMST), así como relación hoja-tallo (RHT), tasa de crecimiento diario (TCD), proteína cruda (PC), cenizas totales (CT), macro y microelementos presentes, a los 21, 35, 49 y 63 días post-fertilización (dpf). Los datos resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba LSD Fisher. La FI mostró un efecto significativamente mayor en promedio para AP (49,8 cm), BV y BS (10952,5 y 3017,5 Kg.ha-corte, respectivamente), excepto para RHT donde no se encontraron diferencias entre los tratamientos. La MSA fue mayor en los pastos bajo FO (30,7%), mientras que los RMSH y RMST (2513 y 1068 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) fueron superiores en la FI a los 63 dpf, al igual que la TCD (33,8 g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>). La composición química del pasto no se vio afectada por las fuentes de fertilización empleadas, a excepción del hierro y zinc que disminuyeron significativamente su contenido en las plantas que fueron fertilizadas.

*Palabras clave:* Pasto estrella, compostaje, rendimientos, materia seca, macro y microelementos.

### **Effect of organic and inorganic fertilization on star grass (*C. nlemfuensis*) agro-production and chemical composition**

#### **ABSTRACT**

In order to evaluate the effect of organic fertilizer (FO: 2000 kg compost\*ha<sup>-1</sup>) and inorganic (FI: 200 kg N + 85 kg P\*ha<sup>-1</sup>) on agro-productive variables and chemical composition of star grass, is conducted a trial during the dry season in experimental plots located in a tropical dry forest, on a loam soil of medium fertility and under randomized block design with three replications. The variables evaluated were plant height (PH), green (GB) and dry (DB) biomass production, dry matter accumulated (DMA), yields of dry matter in leaves (DMYL) and stems (DMYS), leaf-stem relation (LSR), daily growth rate (DGR), crude protein (CP), total ash (TA), macro and microelements present, at 21, 35, 49 and 63 days post-fertilization (dpf). The resulting data were subjected to analysis of variance and mean separation by LSD Fisher test. The FI showed a significantly higher average PH (49.8 cm), GB and DB (10952.5 and 3017.5 kg\*ha<sup>-1</sup>\*cut, respectively), except for LSR where no differences between treatments. The DMA was higher in pastures under FO (30.7%), while DMYL and DMYS (2513 and 1068 kg\*ha<sup>-1</sup>, respectively) were higher in the FI at 63 dpf, like DBT (MS 33.8 g\*m<sup>2</sup>\*day<sup>-1</sup>). The chemical composition of pasture was not affected by sources of fertilizer used, except for iron and zinc content decreased significantly in plants that were fertilized.

*Key words:* Star grass, compost, yield, dry matter, macro and microelements.

## INTRODUCCIÓN

En la ganadería bovina, la producción de leche y/o carne depende en gran medida de la alimentación del rebaño y por consiguiente de la calidad y cantidad de forraje que se logra por unidad de superficie, sin olvidarnos de que en nuestro país los pastos tienden a ser de baja calidad biológica debido a que se encuentran establecidos en suelos de muy poca fertilidad natural (Guzmán, 1996), suelo ácidos y bajo contenido de materia orgánica (Mogollón y Comerma, 1994), donde sólo el 7% de la superficie total de pastos introducidos es fertilizada (Casanova, 1998). Por tales motivos, la fertilización de las pasturas pasa a desempeñar un papel fundamental dentro de la ganadería bovina, ya que se considera que el pasto es la fuente de alimentación más económica para producir carne o leche.

Es conocido que al aplicar fuentes inorgánicas de fertilizantes su efecto es inmediato, lo que garantiza su aprovechamiento y conversión por parte del pasto, pero también han surgido problemas de contaminación por uso excesivo (Del Pozo *et al.*, 2001), y aunque se aplican fácilmente y en menor cantidad que el estiércol, su aprovechamiento depende de la dosis, fuente y de la clase de suelo donde se incorpore (Pirela *et al.*, 2006).

Por otra parte, la aplicación de fuentes o enmiendas orgánicas sobre pastos ha mostrado efectos variados sobre la producción de forraje, lo cual se debe a que su composición química depende de la calidad nutritiva del alimento consumido por los animales (Muinga *et al.*, 2007) y del manejo que recibe previo a su incorporación en el suelo (Informativo Ovino, 2006). Un ejemplo de enmienda orgánica son los compostajes, los cuales se elaboran con residuos vegetales y excretas que aportan diversos nutrientes en proporciones variadas a los cultivos, por lo que no existe una recomendación específica de su uso (LeaMaster *et al.*, 1998).

Trabajos realizados por Rincón *et al.* (2004), Vásquez *et al.* (2009) y Jiménez *et al.* (2010), donde se ha evaluado fuentes orgánicas vs. inorgánicas de fertilizantes en los pastos *Cynodon nlemfuensis*, *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria humidicola*, respectivamente, han señalado mejores resultados tanto en producción como en calidad cuando se aplica fertilizantes de origen químico. Sin embargo, dada la variada existencia de alternativas orgánicas y las dosis

de aplicación necesarias para lograr efectos visibles en las pasturas, se hacen necesarias seguir con las investigaciones que arrojen resultados más puntuales. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto *C. nlemfuensis*, a cuatro edades de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Yaracuy (INIA) Planta Sede, zona caracterizada como Bosque Seco Tropical (Bs-T) según la clasificación de Holdridge (1967) y localizada bajo las coordenadas UTM (Datum REGVEN) E: 527094, N: 1137795 y a una altitud de 254 m.s.n.m. El ensayo se ubicó sobre un suelo de textura franca y mediana permeabilidad, con pH ligeramente alcalino (7.3), baja conductividad eléctrica ( $0,06 \text{ dS/m}^{-1}$ ), contenidos de fósforo (5 mg/kg), potasio (82 mg/kg), calcio (632 mg/kg) y materia orgánica (2,54%), que lo caracterizan como un suelo de fertilidad media, según los resultados analíticos emitidos por el Laboratorio Suelo-Agua-Planta, estación Local Yaritagua, INIA Yaracuy.

Las condiciones climáticas predominantes durante el periodo experimental definieron un periodo seco, caracterizado por temperatura promedio de  $27,6^{\circ}\text{C}$ , con mínimas y máximas de  $22,9$  y  $32,3^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, precipitaciones acumuladas entre los meses de marzo a junio de 109,9 mm y humedad relativa promedio de 73,6%.

Las evaluaciones se realizaron en parcelas experimentales de pasto estrella, establecidas desde el año 2008, a las cuales se les realizó un corte de uniformización aproximadamente a 10 cm del suelo, se desmalezaron manualmente para eliminar malezas de hojas anchas presentes, obteniéndose 9 parcelas con área efectiva de  $2 \text{ m}^2$  cada una y espacio entre parcela de 1 m, con un diseño de bloques aleatorizados. Estas parcelas fueron sometidas a los siguientes tratamientos: T0= Sin fertilización (testigo), T1= Fertilización inorgánica en base a 200 kg N/ha + 85 kg P/ha equivalentes a los requerimientos del pasto según previo estudio del suelo, T2= Fertilización orgánica con 2000 kg de compostaje/ha, elaborado en base a excretas bovinas y bagazo de caña, en proporción 1:1 (pH= 6.9; 15,18% MO; 1,08% N; 0,18%

P; 0,40% K; 1,67% Ca; 0,30% Mg; 0,41% Fe; 29,9 mg.kg<sup>-1</sup> Cu; 77 mg.kg<sup>-1</sup> Zn; 638,5 mg.kg<sup>-1</sup> Mn).

A nivel agronómico se evaluaron las variables altura de plantas (AP), producción de biomasa verde (BV) y seca (BS), materia seca acumulada (MSA), rendimientos de materia seca en hojas (RMSH) y rendimientos de materia seca en tallos (RMST), y relación hoja-tallo (RHT). La tasa de crecimiento diario (TCD) se estimó cada 15 días a partir de los datos de biomasa seca, empleando la siguiente ecuación (Pérez *et al.*, 2004):

$$\text{TCD} = \text{FC}/\text{T}$$

Donde:

TCD: Tasa de crecimiento diario (g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>)

FC: Forraje cosechado (expresado en función al peso seco en gramos)

T: Tiempo transcurrido entre un corte y el siguiente (días)

Conjuntamente se colectaron muestras de pasto (±500 gr), las cuales fueron procesadas en laboratorio para la determinación de proteína cruda (PC) y cenizas totales (CT) según los procedimientos analíticos señalados por FONAIAP (1999); así mismo se realizó un análisis foliar para determinar los macro y microelementos presentes, como fósforo (P) por fotocolorimetría, potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn) cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica (Sadzawka *et al.*, 2004).

Las evaluaciones y muestreos se realizaron con frecuencia quincenal, a cuatro edades del pasto (21, 35, 49 y 63 días post-fertilización). Los datos resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba LSD Fisher, empleando el programa InfoStat/Profesional v.1.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables Agroproductivas

La fertilización inorgánica determinó los mayores valores para las variables AP, BV y BS (Cuadro 1) con diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, excepto para RHT donde no se encontraron diferencias entre las medias de los tratamientos a la edad de culminación del ensayo

(63 dpf). La MSA fue mayor en los pastos bajo fertilización orgánica. Entre los tratamientos testigo y orgánico no hubo diferencia entre las primeras variables.

La AP mostro una respuesta positiva a la fertilización inorgánica, manifestada por un incremento estadísticamente significativo con respecto a los otros tratamientos; este incremento de la altura, en plantas con fertilización inorgánica, es la respuesta fisiológica del pasto cuando crece en un medio donde existe mayor suministro de elementos nutritivos, en concordancia con lo expresado por Ortega y González (1990). Similares resultados fueron señalados por Romero *et al.* (1998) en esta especie durante la primera y tercera semana de crecimiento al adicionar fuentes nitrógenadas de origen inorgánico. Así mismo, se observó en este ensayo que el incremento se dio a partir de los 21 dpf, alcanzando el pico máximo entre los 49 y 63 dpf donde ya no se observó diferencia entre estos. La altura del pasto es otro de los componentes del rendimiento que nos permite conocer cuando puede ser cosechado el pasto al correlacionarlo con otros indicadores (Ortega y González, 1990).

Para la BV y BS se observó una mejor respuesta igualmente bajo la fertilización química, con valores promedios superiores a las 10 y 3 ton/ha/corte, respectivamente. En trabajo similar, Rincón *et al.* (2004), no encontraron diferencias entre la aplicación de fuentes orgánicas y químicas de fertilizante sobre los rendimientos promedios de MS (875 y 779 Kg MS·ha<sup>-1</sup>·corte, respectivamente) en cultivares del género *Cynodon*, lo cual difiere de los resultados obtenidos en este trabajo y pudiese estar relacionado directamente con las fuentes y dosis de nutrientes aplicados. Para la edad de corte, los mayores valores de BV y BS se obtuvieron entre los 49 y 63 dpf, sin diferencias entre estos últimos, infiriendo entonces que entre estas edades de crecimiento es cuando se expresan los mayores valores de producción de biomasa en esta especie para luego iniciar el proceso fisiológico de maduración. Ortega y González (1990) consiguieron un incremento de la BS a partir de los 28 días al aplicar 300 kg. N ha<sup>-1</sup>·año, sin diferencias con la dosis de 200 kg. N ha<sup>-1</sup>·año, y lo atribuyen posiblemente a un índice de área foliar óptimo lo que le permite al pasto, tener una mayor eficiencia fotosintética, utilización de Nitrógeno y por consiguiente un mayor rendimiento.

Cuadro 1. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las variables agroproductivas de *C. nlemfuensis*.

Tratamientos	Altura de plantas (cm)**	Biomasa verde	Biomasa seca	Materia seca (%)*	Relación hoja/tallo
		(Kg. ha <sup>-1</sup> . corte)**			
S/Fertilización	40,85 <sup>b</sup>	6595,0 <sup>b</sup>	1950,0 <sup>b</sup>	29,59 <sup>ab</sup>	0,34
F. Inorgánica	49,89 <sup>a</sup>	10952,5 <sup>a</sup>	3017,5 <sup>a</sup>	27,44 <sup>b</sup>	0,33
F. Orgánica	43,00 <sup>b</sup>	5965,0 <sup>b</sup>	1880,0 <sup>b</sup>	30,75 <sup>a</sup>	0,30
<i>Promedio</i>	<i>44,58</i>	<i>7837,5</i>	<i>2282,5</i>	<i>29,26</i>	<i>0,32</i>
<b>Días post-fert.</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>**</b>	<b>*</b>
21	18,1 <sup>c</sup>	3917,5 <sup>b</sup>	1250,0 <sup>c</sup>	26,7 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>
35	43,7 <sup>b</sup>	6222,5 <sup>ab</sup>	1610,0 <sup>bc</sup>	28,6 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>
49	65,7 <sup>a</sup>	7695,0 <sup>a</sup>	2207,5 <sup>ab</sup>	31,7 <sup>ab</sup>	0,25 <sup>b</sup>
63	68,3 <sup>a</sup>	8305,0 <sup>a</sup>	2852,5 <sup>a</sup>	35,1 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>
<i>Promedio</i>	<i>48,9</i>	<i>6535,0</i>	<i>1980,0</i>	<i>30,5</i>	<i>0,28</i>

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05^*$  y  $P < 0,0001^{**}$ , según prueba LSD Fisher.

La MSA fue significativamente mayor al aplicar fertilizante orgánico (30,75%) con respecto al resto de los tratamientos, expresando su mayor acumulación a los 63 dpf (35,1%), y coincidiendo con el periodo de maduración del pasto, concordando con que el uso de abonos orgánicos y/o la combinación de éstos con los minerales estimulan una mayor concentración de materia seca en la planta, señalado por González (1995).

Las RHT no fueron diferentes entre tratamientos, lo cual permite inferir que bajo las condiciones de fertilización estudiadas en este trabajo, no hubo un efecto importante de la fuente y dosis aplicado sobre esta variable fenológica para este pasto en cuestión, ya que al coincidir cercanamente los valores promedios entre los tratamientos y el testigo, podría decirse entonces que morfoestructuralmente el pasto estrella posee una RHT baja, indicando mayor presencia de tallos que hojas. Resultados similares fueron reportados por Herazo y Morelo (2008), al no encontrar diferencias estadísticas entre fertilizaciones químicas y orgánicas en pasto Guinea cv. Mombaza para esta variable.

Los rendimientos de materia seca a nivel de hojas y tallos fueron mayores en las plantas fertilizadas con N+P inorgánico (Cuadro 2), resultando

significativamente diferentes las medias entre tratamientos y la edad ( $P \leq 0,05$ ). El mayor incremento de la MS en las hojas se observó entre los 49 y 63 dpf para todos los tratamientos, siendo la fertilización inorgánica la que logro los mayores rendimientos a los 63 dpf, seguido por la fertilización orgánica, mientras que las plantas sin fertilizar no mostraron mayores rendimientos a partir de los 49 dpf. En el caso de los tallos, se obtuvo un comportamiento similar al observado en las hojas, siendo la fertilización inorgánica la que reportó los mayores rendimientos para este componente morfológico de las plantas. Se observó que a edades tempranas de desarrollo, entre los 21 y 35 dpf, no existieron cambios significativos en los rendimientos de materia seca de los tallos, lo que pudiese inferir una mayor disposición de fotosintatos a nivel de las hojas, coincidiendo con la mayor etapa de acumulación de nutrientes estos órganos de la planta. Del Pozo *et al.* (2004), encontraron que al aplicar nitrógeno de fuentes inorgánicas predominó el componente tallo, a partir de la sexta y quinta semana de las épocas seca y lluvia, respectivamente, lo cual difiere de lo encontrado en esta investigación, ya que en ninguno de los casos (tratamientos) los rendimientos de los tallos superaron a los de hojas. Las diferencias en el crecimiento de los componentes hojas y tallos, con respecto al nivel de nitrógeno aplicado,

pueden estar asociadas a una desigual repartición de los asimilatos entre estos órganos de la planta y sus funciones. Estos factores están relacionados con la disponibilidad de elementos nutritivos, entre los que se encuentra el nitrógeno (Del Pozo *et al.*, 2001).

La tasa de crecimiento diario fue mayor en las plantas bajo fertilización inorgánica (Cuadro 3), obteniéndose el máximo de acumulación de MS (51,17 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>) a los 63 días post-fertilización, incrementándose significativamente en un 62,1% en comparación con los tratamientos T1 y T3 (21,32 y 20,72 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>, respectivamente) y sin diferencia estadística entre ellos. Los picos alcanzados a los 63 dpf entre estos últimos tratamientos ( $\chi=35,52$  g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>) no mostraron diferencias significativas. Al respecto, Del Pozo *et al.* (2001), señalan una TCD de 6,63 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup> a los 21 dpf en pasto Estrella fertilizado con 50 Kg N/ha, pero con un comportamiento creciente a partir de allí prolongado hasta los 70 dpf, resultados que difieren con lo encontrado en esta investigación. Según Teitzel y Middleton (1979), la tasa de crecimiento de gramíneas tropicales varía de 33 a 150 kg MS·ha·día<sup>-1</sup>, encontrándose valores superiores en este trabajo para esta especie (213 kg MS·ha·día<sup>-1</sup>) aun cuando no se aplicó ninguna fuente de nutrientes, comportamiento que pudiese estar explicado por el incremento de la radiación solar durante los periodos secos del año.

### Composición Nutricional

En cuanto a los contenidos proteicos y minerales presentes en el forraje cosechado

(Cuadro 4), no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, siendo mayor el porcentaje de proteína presente en el pasto bajo fertilización inorgánica con respecto a los demás, mientras que el porcentaje de cenizas o minerales presentes fue mayor para las parcelas tratadas con compostaje. Este efecto pudiese estar explicado en el aporte de macros y micronutrientes ofrecido por el compostaje, caso contrario donde sólo se aplicó N + P. La literatura señala que el efecto de la fertilización inorgánica nitrogenada sobre la composición mineral de los pastos es muy variable y depende del nivel de fertilidad del suelo, de las fuentes de N y P, el pH, clima, especie, entre otros (González *et al.*, 1985).

El mayor porcentaje de proteína cruda (PC) acumulada se encontró en promedio para los tratamientos a los 35 dpf, disminuyendo a partir de allí progresivamente conforme avanzaba el estado fisiológico de la planta y coincidiendo con el mayor valor promedio de cenizas totales. Al respecto, Ortega y González (1990), encontraron una respuesta positiva de *C. nlemfuensis* a la fertilización inorgánica, obteniendo los mayores valores de PC (13,8%) a los 21 días, disminuyendo significativamente al aumentar la edad del pasto, similar al comportamiento observado en este trabajo. Miller (1979) ha señalado que contenidos del 7% PC es aproximadamente el nivel mínimo requerido para obtener un balance de nitrógeno

Cuadro 2. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los rendimientos de materia seca en hojas y tallos (Kg·ha<sup>-1</sup>) en *C. nlemfuensis*.

Dpf	Hojas			Tallos		
	Testigo	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica	Testigo	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica
21	1175,0 <sup>def</sup>	1500,0 <sup>cdef</sup>	837,5 <sup>f</sup>	260,8 <sup>de</sup>	361,7 <sup>cde</sup>	270,8 <sup>de</sup>
35	1455,8 <sup>cdef</sup>	1849,2 <sup>abcd</sup>	937,5 <sup>ef</sup>	272,5 <sup>de</sup>	351,7 <sup>cde</sup>	165,0 <sup>e</sup>
49	1633,3 <sup>bcde</sup>	2275,0 <sup>ab</sup>	1345,0 <sup>cdef</sup>	355,8 <sup>cde</sup>	709,2 <sup>abc</sup>	297,5 <sup>de</sup>
63	1655,0 <sup>bcde</sup>	2513,3 <sup>a</sup>	1936,7 <sup>abc</sup>	853,3 <sup>ab</sup>	1068,3 <sup>a</sup>	528,3 <sup>bcd</sup>

Letras distintas en columnas en interacción tratamientos\*días postfertilización (dpf) indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$  para hojas y tallos separadamente, según la prueba LSD Fisher.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento diario (g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>) estimada para *C. nlemfuensis* bajo tratamientos de fertilización orgánica e inorgánica.

Días post-fertilización	Tratamientos		
	S/Fertilización	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica
21	3,17 <sup>g</sup>	9,52 <sup>g</sup>	5,16 <sup>g</sup>
35	17,86 <sup>ef</sup>	32,14 <sup>bcd</sup>	19,05 <sup>ef</sup>
49	28,42 <sup>cde</sup>	42,63 <sup>ab</sup>	23,46 <sup>de</sup>
63	35,83 <sup>bc</sup>	51,17 <sup>a</sup>	35,21 <sup>bc</sup>
<i>Promedio</i>	<i>21,32<sup>b</sup></i>	<i>33,87<sup>a</sup></i>	<i>20,72<sup>b</sup></i>

Letras distintas entre filas y columnas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), según prueba LSD Fisher.

Cuadro 4. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el contenido de proteína cruda y cenizas en *C. nlemfuensis*.

Tratamiento	% Proteína cruda	% Cenizas totales
S/Fertilización	10,03	8,59
F. Inorgánica	11,43	8,90
F. Orgánica	9,28	9,64
<i>Promedio</i>	<i>10,25</i>	<i>9,04</i>
<b>Días post-fert.</b>		
21	10,43	8,83
35	11,87	9,31
49	9,83	8,98
63	8,83	9,05
<i>Promedio</i>	<i>10,24</i>	<i>9,04</i>

positivo en la vaca y que esta pueda producir de acuerdo a su potencial genético.

Los contenidos a nivel foliar de macroelementos no mostraron ser estadísticamente diferentes con respecto a las fuentes de fertilizantes empleadas (Cuadro 5), lo que permite inferir que bajo las condiciones edafoclimáticas donde se ubicó el ensayo, estos son los mayores valores de

acumulación de nutrientes que puede tener esta especie en estudio. Ortega y González (1990), no encontraron diferencias entre las dosis de nitrógeno inorgánico aplicado sobre los contenidos de P (0,27%) y Ca (0,38%) en pasto estrella, resultados que se comportan similares a los obtenidos en esta investigación. En cuanto a los días post-fertilización (dpf), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0001$ )

para los porcentajes de fósforo contenidos en las hojas de *C. nlemfuensis*, encontrándose los mayores valores a los 49 dpf (0,41%). Ortega y González (1990) encontraron un 0,32% P a los 21 días de cosecha, disminuyendo a medida que aumentó la edad del pasto ( $P \leq 0,05$ ), concluyendo que este comportamiento se puede deber a los efectos de dilución en la materia seca, así como a la posible disminución de la capacidad de la planta para absorber sustancias nutritivas y a la variación de la relación RHT.

La relación calcio: fósforo tampoco mostró ser diferente entre los tratamientos, siendo en promedio 1:1,05, y encontrándose dentro del rango de 1:1 a 2:1 que se establece como óptimo para la adecuada absorción de ambos elementos en el tracto digestivo (McDowell *et al.*, 1984).

Para el caso de microelementos, los contenidos de hierro y zinc fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ) y mayores en aquellas plantas no fertilizadas, mientras que para el resto de estos elementos no se observó respuesta ante la aplicación de nutrientes. Puntualmente en el

caso del hierro, se observó un efecto negativo de la aplicación de fertilizante inorgánico sobre las concentraciones de este elemento en el pasto (75,9 mg·Kg MS<sup>-1</sup>). Así mismo, Mosquera y González (2001) señalaron que la fertilización nitrogenada y potásica afectó el contenido de hierro del pastizal pero sin encontrar una tendencia clara en dicho efecto. De acuerdo con Whitehead (1995), parece ser que el nivel de hierro en el pasto se relaciona más con la forma de fertilizante nitrogenado aplicado y su efecto sobre la acidez del suelo que con la acción del nitrógeno en sí, de tal modo que si éste tiende a aumentar el pH, la disponibilidad del hierro se reduce, explicación que pudiese interpretar los resultados encontrados respecto a este elemento en el pasto estrella.

Para el caso del zinc, se observó un efecto similar al del hierro, con la variante de que ambas fuentes de fertilización tendieron a disminuir los contenidos de este mineral en la planta (13,4 mg·Kg MS<sup>-1</sup>), valor que se encuentran por debajo del límite mínimo (20 mg·Kg MS<sup>-1</sup>) indicativo

Cuadro 5. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los contenidos de macro y microelementos en *C. nlemfuensis*.

Tratamiento	P	K	Ca	Mg	Fe*	Cu	Zn*	Mn
	-%-				mg·Kg MS <sup>-1</sup>			
S/Fertilizar	0,36	1,36	0,35	0,09	116,3 <sup>a</sup>	10,3	17,1 <sup>a</sup>	42,8
Fert. Inorg.	0,34	1,55	0,38	0,11	75,9 <sup>b</sup>	11,0	13,3 <sup>b</sup>	37,3
Fert. Org.	0,36	1,57	0,31	0,09	109,2 <sup>a</sup>	9,9	13,5 <sup>b</sup>	40,7
<i>Promedio</i>	<i>0,35</i>	<i>1,49</i>	<i>0,35</i>	<i>0,10</i>	<i>100,5</i>	<i>10,4</i>	<i>14,6</i>	<i>40,3</i>
<b>Días post-fert.</b>	<b>**</b>				<b>*</b>			<b>*</b>
21	0,28 <sup>c</sup>	1,54	0,33	0,09	160,9 <sup>a</sup>	11,9	17,1	38,7 <sup>ab</sup>
35	0,37 <sup>b</sup>	1,55	0,35	0,10	105,7 <sup>ab</sup>	10,4	14,5	47,2 <sup>a</sup>
49	0,41 <sup>a</sup>	1,57	0,34	0,10	69,1 <sup>b</sup>	10,3	14,1	41,4 <sup>ab</sup>
63	0,35 <sup>b</sup>	1,31	0,37	0,09	66,1 <sup>b</sup>	9,0	12,9	33,9 <sup>b</sup>
<i>Promedio</i>	<i>0,35</i>	<i>1,49</i>	<i>0,35</i>	<i>0,10</i>	<i>100,5</i>	<i>10,4</i>	<i>14,6</i>	<i>40,3</i>

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05^*$  y  $P < 0,0001^{**}$ , según prueba LSD Fisher.

de deficiencia en las plantas (Kabata-Pendías y Pendías, 1984).

Los días post-fertilización si fueron significativos ( $P \leq 0,05$ ) para los contenidos de hierro y manganeso, siendo entre los 21 y 35 dpf donde se acumularon los mayores valores de estos elementos (cuadro 5). En el hierro fue más notable la disminución conforme aumentaba la edad de las plantas, reduciéndose en un 41,3% a los 63 dpf respecto al valor encontrado al inicio de las evaluaciones (21 dpf).

Según la clasificación del NRC (1978), los contenidos de P, K, Ca, Cu y Mn encontrados en esta investigación para el pasto estrella, se encuentran en niveles adecuados para suplir los requerimientos de vacas con producciones de leche menores a 11 Kg de leche/día, mientras que el Mg, Fe y Zn se encuentran por debajo de estos requerimientos.

### CONCLUSIONES

Podemos concluir entonces que el pasto estrella respondió mejor a la fertilización inorgánica, cuyo efecto se observó en la mayor parte de las variables agroproductivas estudiadas, mientras que la materia seca acumulada fue la única variable que respondió mejor a la fertilización con compostaje. La calidad nutricional no se vio afectada por las fuentes de fertilización empleadas, a excepción del hierro y zinc que disminuyeron significativamente su contenido en las plantas que fueron fertilizadas. En función a esto, se recomienda seguir las evaluaciones que permitan ajustar las fuentes, dosis y momento de aplicación de alternativas orgánicas e inorgánicas de forma racional, cuya interacción permita mejorar la oferta y calidad de los pastos en pro de una agricultura más amigable con el ambiente.

Se corroboró también que existe una relación inversamente proporcional en cuanto al crecimiento del pasto y sus contenidos nutricionales, independientemente de las fuentes de fertilizantes aplicadas.

### LITERATURA CITADA

Casanova, E. 1998. Suelos y fertilización de forrajes en Venezuela. En: R. Tejos, C. Zambrano, L.

Mancilla, W. García, y M. Camargo (Eds.). Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ, Barinas, Venezuela. pp 129-136.

Del Pozo, P. P., R. S. Herrera, M. García, A. M. Cruz y A. Romero. 2001. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35(1): 51-58.

Del Pozo, P. P., R. S. Herrera y M. García. 2004. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y desarrollo de los componentes morfológicos del pasto estrella. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 38(2): 189-195.

FONAIAP. 1999. Métodos y procedimientos analíticos con fines bromatológicos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. Serie D-40. 40 p.

González, S. 1995. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. texas-4464) en el trópico seco. Tesis de maestría en ciencias agropecuarias. Universidad de Colima. Colima-México.

González, S., R.S. Herrera y M. Sánchez. 1985. Efectos de la fertilización mineral en *Cynodon nlemfuensis*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 16: 297-304.

Guzmán, J. 1996. Pastos y Forrajes: producción y aprovechamiento. 3ª Edición. Espasande Eds. Caracas, Venezuela.

Herazo, R. y C. Morelo. 2008. Evaluación del crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del cultivo de pasto Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) bajo cuatro fuentes de abonamientos en la Finca Pekín, Municipio de Sincé, Sucre - Colombia. Tesis de grado. Universidad de Sucre, Sincelejo-Colombia.

Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Informativo Ovino. 2006. Manejo y evolución de las características del estiércol de ovino. Boletín IV. 85. 1-2.

- Jiménez, O.M., L. Granados, J. Oliva, J. Quiroz y M. Barrón. 2010. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. Arch. Zootec. 59(228): 561-570.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1984. Trace elements in soil and plants. Ediciones CRC Press Inc, 315pp. Boca Ratón, Florida, EEUU.
- LeaMaster, B., J. R. Hollyer and J. L. Sullivan. 1998. Composted animal manures: Precautions and processing. Animal Waste Management. 1:1-5.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis and J.K. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Gainesville, University of Florida, Departamento de Ciencia Animal. 91 p.
- Miller, W.J. 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. New York, Academy Press. 411 p.
- Mogollón, L. y J. Comerma. 1994. Suelos de Venezuela. Gerencia Corporativa de Asuntos Públicos de PDVSA Palmaven, Caracas, Venezuela. 313 p.
- Mosquera, M.R. y A. González R. 2001. Fertilización nitrogenada y potásica en pradera mixta. II. Efecto sobre el nivel de microelementos. Pastos, XXXI(2): 233-248.
- Muinga, R. W., J. G. Mureithi, H. Juma and H. M. Saha. 2007. The effect of supplementing napier grass or maize stover basal diet with either *Gliricidia*, *Clitoria* or *Mucuna* on manure quantity and quality in jersey cows. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 7: 157-163.
- National Research Council (NRC). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 5ed. Washington, D.C., National Academy of Science. 76 p.
- Ortega, L. y B. González. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre los rendimientos de materia seca y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Rev. Fac. Agron. (LUZ), 7: 217 – 228.
- Pérez, J. A., M. E. García, J. F. Enríquez, A. R. Quero, P. J. Pérez y G. A. Hernández. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto ‘Mulato’ (*Brachiaria* híbrido). Téc. Pec. Méx., 42(3): 447-458.
- Pirela, M. F., T. Clavero, L. Fernández y L. Sandoval. 2006. Balance del nitrógeno en el sistema suelo-planta con pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq) en condiciones de bosque seco tropical. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 23: 80-91.
- Rincón, J., Y. Salazar y M. Rea. 2004. Efecto de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento de materia seca de cuatro cultivares de *Cynodon* spp. en bosque muy seco tropical. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004, Maracay-Venezuela. 114 p.
- Romero, C., S. Alfonzo, R. Medina y R. Flores. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo tocuayo estado Falcón. Zoot. Trop., 16(1):41-60.
- Sadzawka, A., R. Grez Z., M. A. Carrasco y M. Mora G. 2004. Métodos de análisis de tejidos vegetales. Comisión de Normalización y Acreditación, Sociedad Chilena de las Ciencias del Suelo. 53 p.
- Teitzel, J.K. y CH. Middleton. 1979. New pastures for the wet tropical coast. Queensland Agric. J., 105(2): 98-103.
- Vásquez, J. N., J. J. Solano, R. Vásquez, V. Aguirre, M. E. Bahena, R. Oliver, A. Granjeno, A. Orihuela y F. Flores. 2009. Efecto de enmiendas orgánicas y fertilizante químico en la producción de pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* Schaum. Investigación Agropecuaria 6(2): 205-218.
- Whitehead, D.C. 1995. Grassland Nitrogen. Ediciones CAB International, 397 p. Guildford (Gran Bretaña).



## Salida fecal y balance de N en cerdos alimentados con dietas de melaza basadas en harinas de soya o miel proteica como fuente de proteína

Julio Ly\*, Ramiro Almaguer\*, Manuel Castro\*\*, Elizabeth Cruz\*,  
Beatriz García\* y Enrique Delgado\*\*\*

\* Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No. 1, Punta Brava. La Habana, Cuba.

Correo electrónico: jly@iip.co.cu

\*\* Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24, San José de Las Lajas. La Habana, Cuba.

Correo electrónico: mcastro@ica.co.cu

\*\*\* Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal de México, México.

Correo electrónico: enriquejesus@yahoo.com

---

### RESUMEN

Con el fin de estudiar el efecto de tres tratamientos y en la salida fecal y balance de N en seis cerdos de 35 kg de peso vivo, se utilizó un diseño de secuencia de tratamientos con doble cambio en bloques. Las dietas experimentales consistieron en: I, miel B de caña de azúcar y harina de soya en proporción 60,9:35,3 en base seca; II y III, miel B (44,0 en BS) o miel B + Zeolita cubana (40:0:4,0 en BS), respectivamente y miel proteica (melaza + levadura *Saccharomyces spp*) + harina de soya (33,6:18,6 en BS). Las dietas fueron isonitrogenadas ( $2,99 \pm 0,06\%$  en BS) y el consumo diario fue 0,08 kg MS/kg<sup>0,75</sup>. No hubo efecto de tratamiento en la digestibilidad rectal de la materia orgánica, pero la zeolita disminuyó ( $P < 0,01$ ) la digestibilidad rectal de la MS. Las dietas con miel proteica aumentaron ( $P < 0,01$ ) la salida fecal de material fresco y agua. El N digerido fue mayor ( $P < 0,05$ ) en la dieta control (I, 88,3%) que en la de miel proteica (II, 83,5%), pero en ambas fue similar al de zeolita (III, 85,1%). El N retenido en relación con el consumido y con el digerido fue similar en todos los tratamientos (promedio, 52,5 y 61,5%, respectivamente), aunque la dieta con zeolita tendió ( $P < 0,10$ ) a ser mejor que las otras dos. Se sugiere que la sustitución de la harina de soya por miel proteica en dietas para cerdos en crecimiento no modifica el balance de N, aunque la zeolita podría contribuir a una mayor retención de N.

*Palabras clave:* digestibilidad, miel B, fuentes proteicas, cerdos.

---

### Faecal output and N balance in pigs fed with diets of sugar cane molasses based on soybean meal or proteic-molasses as protein sources

### ABSTRACT

In order to study faecal output and N balance a design of sequence of treatments with double change in blocks and three treatments was carried out in six pigs of 35 kg live weight. The diets of the experimental treatments were: I, sugar cane molasses type B (MB) and soybean meal in proportion 60.9:35.3 dry basis (BS), II and III, MB (44.0 in BS) or MB plus Cuban Zeolite (40.0:4.0 BS), respectively, and proteic-molasses (molasses plus *Saccharomyces spp* yeast) plus soybean meal (33.6:18.6 in BS). The diets were isonitrogenous ( $2.99 \pm 0.06\%$  in dry basis) and daily feed intake was 0.08 kg DM/kg<sup>0.75</sup>. There was no treatment effect on rectal digestibility of organic matter, but zeolite decreased ( $P < 0.01$ ) rectal digestibility of DM. The diets containing proteic-molasses significantly ( $P < 0.01$ ) increased faecal output of fresh material and water. The digested N was high and greater ( $P < 0.05$ ) in the control diet (I, 88.3%) than in that of proteic-molasses (II, 83.5%), but both did not differ from that formulated with zeolite (III, 85.1%). There was not effect of treatment on retained N, neither related to that consumed (average, 52.5%) nor to that digested (average, 61.5%) although the diet containing zeolite tended

( $P < 0.10$ ) to be better than the other two. The present study suggests there will be no significant changes in the N balance if the dietary soybean meal is partially substituted by proteic-molasses in diets for growing pigs, but zeolite might contribute to a greater N retention.

*Key words:* digestibility, molasses, protein sources, pigs.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, se ha estudiado exhaustivamente, el uso de las mieles de caña de azúcar en la alimentación del ganado porcino, (Figueroa y Ly, 1990; Maylin *et al.*, 1985, 1989; Mederos *et al.*, 1996, 2002, 2003 y 2008). Algo parecido ha ocurrido con las levaduras como fuente principal de proteína en las dietas de mieles, (Lezcano, 1989). Sin embargo, no existe suficiente información en cuanto a otras levaduras que no sean la torula *Cándida utilis* (Lezcano, 2005) o cuando se utilizan levaduras en crema o estado líquido, mezcladas o no con mieles en la misma fábrica. Con respecto a este último tipo de levadura, las incluidas en la llamada miel proteica ofrecen la posibilidad de evitar el proceso de secado de las levaduras, que es sumamente costoso. Sin embargo, este proceso tiene como desventaja el originar un producto líquido considerablemente perecedero, que es necesario tratar con formaldehído para evitar su descomposición (Figueroa y Ly, 1990).

Las posibilidades de producción de miel proteica en condiciones artesanales también han sido examinadas desde el punto de vista de la tecnología de fabricación (Elías *et al.*, 1990), su valor nutricional (Savón *et al.*, 1990) o en pruebas de comportamiento productivo (Díaz *et al.*, 1991a,b,c). Por otra parte, aunque (Castro *et al.*, 2005), realizaron un estudio sobre la manipulación dietética mediante las zeolitas naturales poco se conoce sobre la interacción de estos alúmino-silicatos con las levaduras usadas en Cuba para alimentar cerdos. Además, existe escasa información relacionada con el valor como fuente proteica de la miel proteica fabricada en condiciones artesanales.

El objetivo de este experimento, fue determinar el balance de N en cerdos alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar, en las que la harina de soya fue sustituida, parcialmente, por miel proteica fabricada en condiciones artesanales. Adicionalmente, se acopió información sobre la posible influencia de

incluir una zeolita natural en dietas de miel proteica, sobre procesos digestivos en cerdos en crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño de secuencia de tratamientos con doble cambio en bloques como lo describe Lucas (1956), para tres tratamientos con seis cerdos Yorkshire machos castrados de 35 kg de peso vivo inicial como promedio, para estudiar la salida fecal y el balance de N en seis cerdos. Todas las dietas experimentales (Cuadro 1) contenían miel B de caña de azúcar (MB). Para el tratamiento I se utilizó MB + harina de soya en proporción 60,9:35,3 en base seca; en los tratamientos II y III se empleó, MB (44,0 en Base Seca) o MB + Zeolita cubana (40:0:4,0 en Base Seca), respectivamente y miel proteica (melaza + levadura *Saccharomyces spp*) + harina de soya (33,6:18,6 en Base Seca). La miel proteica se mantuvo *in natura* por una semana conservada con formaldehído (2 mL/kg). Las dietas fueron isonitrogenadas ( $2.99 \pm 0.06\%$  en base seca).

El consumo diario de alimento fue 0,08 kg MS/kg<sup>0,75</sup>, distribuido en dos raciones iguales, servidas a las 9:00 y las 15:00 horas, mientras que el agua se brindó *ad libitum*. Estas raciones fueron preparadas, diariamente, mediante la mezcla cuidadosa de los ingredientes de cada dieta. Cada uno de los tres períodos experimentales tuvo una duración de dos semanas, y al comienzo de cada uno, los cerdos fueron pesados en ayunas para ajustar el consumo diario de alimento.

Los animales estuvieron alojados durante siete días de adaptación a las dietas experimentales, en corrales individuales en un establo sin paredes. Estos corrales eran de piso de cemento y estaban provistos de un comedero portátil del tipo de tolva, y un bebedero. A continuación los cerdos fueron trasladados a jaulas de metabolismo, en donde permanecieron otros siete días, de los cuales los dos primeros fueron de adaptación al hábitat, y los cinco finales se dedicaron a registrar, cuantitativamente, el consumo diario de alimento, así como la emisión total de heces fecales y orina. Las

Cuadro 1. Características de las dietas experimentales

Ingredientes	Fuente proteica		
	Harina de soya	Levadura <sup>1</sup>	
		Sin zeolita	Con zeolita
Miel del tipo B, %	60,90	44,00	40,00
Harina de soya, %	35,30	18,60	18,60
Miel proteica, %	-	33,60	33,60
CaPO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O, %	1,30	1,30	1,30
Zeolita, %	-	-	4,00
NaCl, %	0,50	0,50	0,50
Premezcla <sup>2</sup> , %	2,00	2,00	2,00
Análisis			
MS, %	85,46	48,95	50,08
Cenizas, %	8,85	10,15	13,91
Materia orgánica, %	91,15	89,85	86,09
N, %	2,93	3,08	2,97
ED, Mj/kg MS	11,99	12,88	12,38

<sup>1</sup> Levadura *Saccharomyces spp* incluida en la miel proteica.

<sup>2</sup> Vitaminas y oligoelementos de acuerdo con recomendaciones del NRC (1998).

excretas fueron recogidas en una bandeja metálica situada en la parte inferior de la jaula, mientras que la orina fue colectada en un recipiente plástico que contenía 10 ml de ácido sulfúrico 10 N para mantener el líquido con un pH por debajo de 3, con el fin de evitar la fuga de N en forma de amoníaco.

Las excretas y orinas fueron congeladas a -5°C hasta el momento en que se preparó una muestra representativa por animal de cada período experimental de cinco días. En esta muestra fresca, al igual que en el alimento, se determinó la concentración de MS y N de acuerdo con la AOAC (1990). En las muestras secas y molidas se determinó el contenido de cenizas mediante incineración a 550°C durante 24 horas. Se consideró materia orgánica la diferencia de 100% menos el porcentaje de cenizas. Todos los análisis fueron hechos por duplicado.

El cálculo de la digestibilidad por el método directo, así como el resto de los índices evaluados, se hizo siguiendo a Schneider y Flatt (1975). Las medias fueron contrastadas mediante la técnica del análisis de varianza, y en los casos donde se hallaron diferencias

significativas ( $P < 0,05$ ), estas medias fueron separadas mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1980). Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico de Harvey (1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante toda la prueba, los animales no mostraron ninguna reacción negativa al hábitat, y todos ganaron peso. Por otra parte, no hubo rechazo de alimento, que siempre fue consumido rápida y totalmente.

En el Cuadro 2 se presentan los datos de la salida fecal de materiales. En este experimento se encontró, que la concentración de MS fecal disminuyó significativamente, ( $P < 0,01$ ) con la introducción de la miel proteica en el alimento, desde 29,6% hasta 20,7%. La inclusión de la zeolita en la dieta tendió a compensar esta diferencia, ya que por la capacidad de absorción de este mineral, el agua se retiene por hidratación de los cationes que están compensando la carga superficial (Lo-Won *et al.*, 2010). A este respecto, Savón *et al.* (1990) encontraron que con niveles crecientes de miel proteica casera en la dieta,

Cuadro 2. Salida fecal de materiales en cerdos alimentados con miel del tipo B y distintas fuentes proteicas

	Fuente proteica			EE ±
	Harina de soya	Levadura <sup>1</sup>		
		Sin zeolita	Con zeolita	
MS fecal, %	29,64 <sup>a</sup>	20,72 <sup>b</sup>	24,22 <sup>ab</sup>	2,25 <sup>**</sup>
N fecal, % MS	5,23 <sup>a</sup>	7,53 <sup>b</sup>	5,38 <sup>a</sup>	0,28 <sup>**</sup>
Salida, g/kg MS ingerida				
Material fresco	285 <sup>a</sup>	479 <sup>b</sup>	495 <sup>b</sup>	14 <sup>***</sup>
Agua	201 <sup>a</sup>	383 <sup>b</sup>	375 <sup>b</sup>	63 <sup>***</sup>
Material seco	84 <sup>a</sup>	96 <sup>ab</sup>	120 <sup>b</sup>	13 <sup>**</sup>
N	4,39 <sup>a</sup>	7,23 <sup>c</sup>	5,38 <sup>b</sup>	0,20 <sup>***</sup>

<sup>1</sup> Levadura *Saccharomyces* spp incluida en la miel proteica.

\*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001

<sup>abc</sup> Medias en la misma fila con distintas letras difieren significativamente (P<0,05)entre sí.

disminuía la MS fecal de cerdos en crecimiento. En lo referente a la salida fecal de materiales, se halló que la miel proteica aumentó considerablemente (P<0,001) tanto la salida fecal de material fresco como de agua, y en menor medida, la de MS (P<0,01).

En lo concerniente al flujo rectal de N, se encontró que la dieta de miel proteica sin zeolita determinó una concentración fecal significativamente (P<0,01) mayor de N con respecto a las otras dos dietas, y el mismo efecto tuvo lugar con la salida fecal (P<0,001). Es interesante resaltar que la miel proteica con zeolita hizo disminuir la concentración y salida fecal de N hasta valores muy parecidos a los de la dieta de harina de soya.

En un estudio hecho con levadura torula preparada en forma líquida (Ly, 2007) se observó, que en comparación con la levadura torula convencional seca, la salida ileal de materiales se incrementaba notablemente. Esto apoya los resultados de salida fecal que se obtuvieron en el presente experimento con la miel proteica, que tiene un considerable contenido acuoso (promedio de seis muestras semanales, 26,50 ± 7,00%). Sin embargo, no está clara la causa que origina este aumento en el flujo de materiales por el tracto digestivo de los cerdos, tanto por el íleon como por el recto, en dietas donde se incluyen niveles de levadura en crema Ly (2007) o miel proteica (esta investigación).

Este aspecto de la nutrición de cerdos con dietas que contienen levadura líquida puede ser, considerablemente, importante desde el punto de vista de su impacto ambiental negativo, y es evidente, que se requieren más estudios al respecto con vistas a buscar herramientas para su manipulación y así reducir cualquier efecto indeseable en su uso. Tanto Ferkel *et al.* (2002) y Kerr (2003) como Babot (2007), han hecho hincapié en las posibilidades de la manipulación dietética para contrarrestar perjuicios que pueden ocurrir con la producción intensiva de cerdos, las que, como han sido consideradas en distintos trabajos recientes, Castro *et al.* (2005), Garry *et al.* (2007), Wang *et al.* (2008), habría que tener en cuenta en esta oportunidad.

No hubo efecto de tratamiento (P<0,05) en la digestibilidad rectal de la materia orgánica Cuadro 3, pero la zeolita hizo disminuir la digestibilidad rectal de la MS (P<0,01) y de la ceniza (P<0,05), precisamente porque este material incluido en el alimento es completamente indigestible. El N digerido fue alto y mayor (P<0,05) en la dieta control (I) que en la de miel proteica sin zeolita, pero ambas no difirieron de la diseñada con zeolita (Cuadro 3). En otros trabajos donde se ha comparado la digestibilidad rectal del N en dietas donde la fuente proteica ha sido harina de soya o levadura torula, se ha hallado que la levadura parece aumentar la digestibilidad del N hasta el recto, pero el balance nitrogenado favorece a la soya

(Maylin *et al.*, 1987). Esta información se confirmó en la prueba descrita en este experimento, en lo concerniente a los índices rectales de digestibilidad de N.

Los datos relativos al balance de N se presentan en el Cuadro 4. Pese a que la dieta con harina de soya determinó un menor consumo diario de N, con seguridad debido a una concentración dietética ligeramente menor de N en ese tratamiento, el análisis de varianza no reveló efecto significativo

( $P > 0,10$ ) entre los tres tipos de dietas que se probaron, y así no se procedió a ningún ajuste de los datos. No hubo efecto de tratamiento en el N retenido ni relacionado con el consumido (promedio, 52,5%) ni con el digerido (promedio, 61,5%) aunque la dieta con zeolita tendió ( $P < 0,10$ ) a ser mejor que las otras dos. El efecto beneficioso de niveles de un 5% de zeolita cubana en el alimento para el ganado porcino ha sido observado, anteriormente, con otros tipos de dietas (Ly y Castro, 1997; Ly *et al.*, 2007). Este efecto beneficioso de la zeolita está dado por la capacidad

Cuadro 3. Digestibilidad rectal en cerdos alimentados con miel del tipo B y distintas fuentes proteicas.

	Fuente proteica			EE ±
	Harina de soya	Levadura <sup>1</sup>		
		Sin zeolita	Con zeolita	
Digestibilidad, %				
Materia seca	91,6 <sup>a</sup>	90,4 <sup>a</sup>	88,0 <sup>b</sup>	0,7**
Cenizas	76,7 <sup>a</sup>	74,9 <sup>a</sup>	69,4 <sup>b</sup>	2,8*
Materia orgánica	92,8	92,1	91,4	1,0
N	88,3 <sup>a</sup>	83,5 <sup>b</sup>	85,1 <sup>ab</sup>	1,1*

<sup>1</sup> Levadura *Saccharomyces spp* incluida en la miel proteica.

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

<sup>ab</sup> Medias en la misma fila sin letra en común difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

Cuadro 4. Balance de N en cerdos alimentados con miel del tipo B y distintas fuentes proteicas.

	Fuente proteica			EE ±
	Harina de soya	Levadura <sup>1</sup>		
		Sin zeolita	Con zeolita	
Balance, g/día				
Consumo	37,96	44,02	43,23	3,88
Excreción fecal	4,40 <sup>a</sup>	7,23 <sup>b</sup>	6,46 <sup>a</sup>	1,15*
Digestión	33,56	36,79	36,77	3,37
Excreción urinaria	14,03	14,73	12,48	1,87
Excreción total	18,44	21,96	18,75	2,58
Retención	19,52	22,06	24,28	3,23
Retención,				
En % del consumo	51,4	50,1	56,2	2,9 <sup>+</sup>
En % de la digestión	58,6	59,9	66,0	3,3 <sup>+</sup>

<sup>1</sup> Levadura *Saccharomyces spp* incluida en la miel proteica.

<sup>+</sup>  $P < 0,10$ ; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$

<sup>ab</sup> Medias en la misma fila sin letra en común difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

de retención de amoníaco, retenido principalmente mediante intercambio catiónico del ión amonio, lo que permite un uso más eficiente del N.

Savón *et al.* (1990), no recomendaron en su momento la sustitución total de la proteína del pienso por la de la miel proteica casera, sino solamente el 50%. A pesar de hacer una sustitución, aproximadamente, de 50% de soya, el formaldehído pudo influir negativamente sobre la utilización de N (hay mayor excreción en Miel proteica sin zeolita) y la zeolita mejoró el comportamiento. A este respecto, Ly (2007) encontró que en comparación con la levadura torula (*Cándida spp*) seca, la que estaba en forma de crema, que había sido producida a escala industrial, y que estaba al igual que aquí, preservada con formaldehído, determinó un descenso marcado en la digestibilidad ileal del N. No pudiera explicarse hasta el presente, el mecanismo por el cual la zeolita contribuye a mejorar el balance de N en cerdos alimentados con miel proteica preservada con formaldehído, y sería un tema que merecería posteriores investigaciones.

### CONCLUSIONES

En condiciones equivalentes a las de este experimento, no hay modificaciones en el balance de N si se sustituye parte de la harina de soya dietética por miel proteica del tipo artesanal, en dietas para cerdos en crecimiento. Es probable que aumente la retención de N si se añade zeolita a las dietas de miel proteica. Las dietas con miel proteica aumentaron de forma marcada la salida fecal de material fresco y agua.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990 Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists 15th edition. Washington, District of Columbia, 1298 p.
- Babot, D. 2007. Gestión medioambiental en producción porcina. *Rev. Comp. Prod. Porcina*, 14 (3):194-198.
- Castro, M., J. Ly, M. Martínez y C. Gallego. 2005 Una reseña corta sobre la influencia de la zeolita en las emisiones de N en porcicultura. *Rev. Comp. Prod. Porcina*, 12 (3): 162-167.
- Díaz, C. P., L. Savón, S. Castañeda and J. Achang. 1991a. A note on the substitution of protein sources by hand made protein molasses in the feeds for fattenig pigs. *Cuban J. Agric. Sci.*, 25: 283-285.
- Díaz, C. P., P. L. Domínguez, A. Elías, J. Achang, M. Iglesias and Y. Rodríguez. 1991b. Feeding of fattening pigs with swill and handmade protein molasses. *Cuban J. Agric. Sci.*, 25: 279-281.
- Díaz, C. P., A. Maylin, R. Boucourt y P. Lugo. 1991c. Nota sobre la sustitución parcial del pienso por miel proteica casera y miel B en las raciones para los cerdos en ceba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 25: 183-185.
- Elías, A., C. P. Díaz y R. Bourcourt. 1990. Principios de la tecnología para la producción de la miel proteica. In: *Miel Proteica Casera para la Alimentación Animal*. Editorial EDICA. La Habana, pp 1-9.
- Ferkel, P. R., E. V. Heugten, T. A. V. Kempen and R. Angel. 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emission from non ruminants. *J. Anim. Sci.*, 80(suppl. 2): 168-182.
- Figueroa V., y J. Ly. 1990 Alimentación Porcina No Convencional. Colección GEPLACEA. Serie Diversificación. Ciudad de México, 215 p.
- Garry, B. P., M. Fogarty, T. P. Curran, M. J. O'Connell and J. V. O'Doherty. 2007. The effect of cereal type and enzyme addition on pig performance, intestinal microflora, and ammonia and odour emissions. *Animal Journal*. 1 (5): 751-757.
- Harvey, W. R. 1990. User's Guide for LSMLMW mixed model least square and maximum likelihood computer program (PC-2 version). Ohio State University Press. Columbus, 91 p.
- Kerr, B. J. 2003. Dietary manipulation to reduce environmental impact. In: *Proc. 9th Int. Symp. Dig. Physiol. Pigs* (R.O. Ball, editor). Banff, 1: 139-158.
- Lezcano, P. 1989. Utilización de la levadura torula en dietas de mieles para cerdos en crecimiento. In: *La melaza como recurso alimenticio para producción animal*. Serie Diversificación GEPLACEA-PNUD México DF. pp. 105-113.

- Lezcano, P. 2005. Development of a protein source in Cuba. *Torula yeast (Candida utilis)*. *Cuban J. Agric. Sci.*, 39: 447-451.
- Lucas, H. L. 1956. Switchback trials for more than two treatments, *Journal of Dairy Science* 39, 146-154.
- Lo-Won E., A. Acosta y M. Cárdenas. 2010. Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) en la dieta de la gallina ponedora. Su influencia en la liberación de amoníaco por las deyecciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, tomo 44, Número 4, pp 389-392.
- Ly J. and M. Castro. 1997 Total and ileal digestibility in pigs fed diets containing a Cuban natural zeolite. In: *Digestive Physiology in Pigs* (editors: J.P. Laplace, C. Février y A. Barbeau.). Saint Malo, pp 495-497.
- Ly, J., F. Grageola, C. Lemus and M. Castro. 2007. Ileal and rectal digestibility of nutrients in diets based on leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) for pigs. Influence of the inclusion of zeolite". *J. Anim. Vet. Adv.*, 6: 1371-1376.
- Ly, J. 2007. Ileal flow of N in pigs fed on torula yeast based diets. *Rev. Comp. Prod. Porcina.*, 16 (4): 254-259.
- Maylin, A., V. Figueroa, J. Ly, M. Hernández y E. Ávila. 1985. Efecto del formaldehído sobre la digestibilidad in vitro de la levadura torula en crema. In: *Evento Científico XX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal*. San José de las Lajas, 41 p.
- Maylin, A., V. Figueroa, J. Ly, A. Pérez, O. Carrillo and H. S. Bayley. 1987. *Torula yeast as protein source for molasses-fed pigs*. In: *Wissenschaftlichen Zeitschrift Rostock*. 36: 86-87.
- Maylin, A., V. Figueroa y A. Alfonso. 1989. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el comportamiento de cerdos cebados con miel B de caña de azúcar. III Jornada interna. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana. pp. 40-41.
- Mederos, C. M., V. Figueroa, N. Prieto y R. Martínez. 1996. Respuesta de cerdos en crecimiento ceba a la suplementación con aditivos de la dieta basada en Miel B de caña de azúcar con bajos niveles de proteína. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 5 (1):31-3.
- Mederos, C. M., A. García, J. L. Piloto, O. Novo, Y. Torres y R. Martínez. 2002. Perspectivas del uso de las mieles de caña de azúcar en la producción porcina de Cuba. In: *XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias*. La Habana. pp. 32-36.
- Mederos, C. M. 2003. Uso de la caña de azúcar en la alimentación de cerdos. In: *Curso Internacional de Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Modelos Alternativos*. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. pp. 6-13.
- Mederos, C. M. 2008. Utilización de mieles enriquecidas de caña de azúcar en la alimentación porcina. In: *X Congreso Internacional sobre azúcar y derivados*. Diversificación 2008. Conferencia. Hotel Nacional, La Habana.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Swine*. National Research Council (NRC). National Academy Press. Washington, District of Columbia, 189 p.
- Savón, L., C. P. Díaz, A. Elías, M. Ortiz y M. C. Pérez. 1990. Utilización digestiva y metabólica del nitrógeno en cerdos en crecimiento alimentados con miel proteica casera. In: *Seminario Científico Internacional XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal*. La Habana, pp 127-128.
- Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. *The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press. Athens, 423 p.
- Steel R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. MacGraw-Hill Book Company Inc company (third edition). Toronto. 481 p.
- Wang, Y., J. H. Cho, Y. J. Chen, J. S. Yoo H. J. Kim, Y. Huang, S. O. Shin, T. X. Zhou and I. H. Kim. 2008. Effect of dietary soyabean hulls and metal-amino acid chelated mineral supplementation on growth performance, nutrient digestibility and noxious gas emission in growing pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 17:171-181.



## Seropositividad a *Neospora caninum* en unidades de producción bovina del estado Lara, Venezuela

Claribel Suárez<sup>1\*</sup> y Jesús Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” - Decanato de Ciencias Veterinarias. Núcleo Universitario “Héctor Ochoa Zuleta”, Cabudare, estado Lara, Venezuela. \*Correo electrónico: sclaribel@ucla.edu.ve

### RESUMEN

La neosporosis bovina ocasionada por *Neospora caninum*, contribuye conjuntamente con otros agentes infecciosos a mermar la eficiencia reproductiva de la ganadería bovina. Con el propósito de determinar la seropositividad a *N. caninum*, se procesaron 2542 muestras provenientes de 124 explotaciones bovinas doble propósito, distribuidas en cinco municipios (Simón Planas, Urdaneta, Torres, Crespo y Jiménez) del estado Lara. La seropositividad fue detectada mediante ensayo inmunoenzimático ELISA indirecto. La seropositividad (SP) general fue del 17,23%. El municipio Simón Planas presentó una SP significativamente superior (26.11%) con respecto a los municipios Crespo (9.88%), Torres (14.05%) y Urdaneta (14.39%), mientras que Jiménez (20%) no presentó diferencias estadísticas con el resto de los municipios. En el 91,94% de las explotaciones ganaderas se detectaron bovinos positivos a *N. caninum*, con rangos de SP que oscilaron entre 2,78 y 62,5%. Las hembras presentaron un 17,69% de SP y los machos 13,39%, sin diferencias significativas entre ambos grupos. Tampoco se evidenciaron diferencias de SP por grupo etario, con un 20% para los mautes (as), 17,06% para los adultos, 15,52% para los novillos (as) y 12,5% para los becerros (os). Esto sugiere que en los rebaños estudiados, las infecciones por *Neospora caninum* son predominantemente transmitidas por vía transplacentaria. Estos resultados contribuyen a ampliar los estudios epidemiológicos sobre la distribución geográfica de la neosporosis bovina en Venezuela, y sugieren la aplicación de medidas estratégicas de control para disminuir el impacto que la neosporosis pudiera tener sobre la eficiencia reproductiva de los rebaños bovinos.

*Palabras clave:* *Neospora caninum*, neosporosis, bovinos, seropositividad.

### *Neospora caninum* seropositivity in cattle production units of Lara state, Venezuela

### ABSTRACT

Bovine neosporosis caused by *Neospora caninum*, contributes together with other infectious agents to undermine the reproductive efficiency of cattle. In order to determine the seropositivity to *N. caninum* were processed 2542 samples from 124 farms dual purpose cattle, distributed in five municipalities (Simón Planas, Urdaneta, Torres, Crespo and Jiménez) Lara state. Seropositivity was detected by indirect ELISA immunoassay. The seropositivity (SP) general was 17.23%. Simón Planas municipality presented a significantly higher SP (26.11%) with respect to municipalities Crespo (9.88%), Torres (14.05%) and Urdaneta (14.39%), while Jiménez (20%) showed no statistical differences with the rest municipalities. In 91.94% of cattle farms were found positive for *N. caninum*, with ranges of SP ranging from 2.78 to 62.5%. Females showed a 17.69% of SP and males 13.39%, without significant differences between groups. Nor were any differences of SP by age group, with 20% for yearling calves, 17.06% for adults, 15.52% for heifers and 12.5% for calves. This suggests that in the herds studied, *Neospora caninum* infections are predominantly transmitted transplacentally. These results help to broaden the epidemiological studies on the geographic distribution of bovine neosporosis in Venezuela, and suggest strategic measures of control to reduce the impact of neosporosis might have on the reproductive efficiency of cattle herds.

*Key words:* *Neospora caninum*, neosporosis, cattle, seropositivity.

## INTRODUCCIÓN

La neosporosis bovina es causada por *Neospora caninum* (Protozoo Apicomplexa), parásito cosmopolita con una amplia distribución geográfica. El ciclo biológico es de tipo indirecto, en el cual el perro y otros cánidos silvestres son considerados como hospedadores definitivos y juegan un papel fundamental (McAllister *et al.*, 1998; Basso *et al.*, 2001a,b; Gondim *et al.*, 2004a). El bovino y otras especies de animales como ovinos, caprinos, búfalos, caballos, cérvidos, ratones e inclusive el perro pueden comportarse como hospedadores intermediarios (Barr *et al.*, 1997; Dubey, 1999b, 2003a; Guarino *et al.*, 2000; Rodrigues *et al.*, 2004; Moore *et al.*, 2005). Se ha demostrado la transmisión transplacentaria (vertical) (Gondim *et al.*, 2004b) y horizontal entre animales domésticos y silvestres (Gondim *et al.*, 2004c).

La neosporosis es reconocida como causa de importantes pérdidas económicas en la industria bovina. Esta enfermedad contribuye a mermar la eficiencia reproductiva, con un efecto negativo en los índices de rentabilidad de los sistemas de producción animal. El aborto constituye el efecto patológico directo y la principal alteración reproductiva inducida por este agente infeccioso (Barr *et al.*, 1997; Corbellini *et al.*, 2005). Las vacas infectadas pueden presentar abortos sucesivos con un alto riesgo de transmitir en forma vertical la infección a su descendencia, por lo cual son consideradas no aptas reproductivamente lo que amerita el reemplazo de animales de alto valor genético y zootécnico por vientres sanos negativos a este parásito (Björkman *et al.*, 1996; Hietala y Thurmond, 1997). En la evaluación del impacto económico de esta enfermedad se debe considerar además las muertes perinatales, neonatales o embrionarias, la disminución de la producción láctea, el incremento en el tiempo de lactancia, la reducción del valor de los vientres, la disminución en la ganancia de peso y peso de la carcasa, la alta tasa de conversión alimenticia y los costos para diagnóstico (Barling *et al.*, 2000; Moore *et al.*, 2001; Haddad *et al.*, 2005; Romero *et al.*, 2005).

La enfermedad ha sido diagnosticada en bovinos de Europa, África, Australia, Nueva Zelanda y América (Dubey, 1999a) y se ha evidenciado exposición a *N. caninum* para varias especies animales en países de Sur América, tales como Argentina, Brasil,

Chile, Paraguay, Perú y Uruguay (Moore *et al.*, 2005). La neosporosis bovina ha sido reconocida, mundialmente, como una costosa enfermedad que afecta fundamentalmente a la industria lechera (Moen *et al.*, 1998; Hobson *et al.*, 2005). Los brotes de neosporosis en fincas de bovinos de carne no han sido reportadas tan comúnmente como en las fincas lecheras y son escasos los informes de abortos por *N. caninum* en explotaciones para carne (Waldner *et al.*, 1999; Moore *et al.*, 2003).

Los estudios serológicos sobre neosporosis bovina en Venezuela se iniciaron a partir del año 2003 y demuestran que está distribuida en varios estados y regiones ganaderas, con niveles variables de SP, afectando a rebaños de distintos propósitos y componentes raciales (García *et al.*, 2003; Fernández, 2004; García, 2005; Obando, 2005; Lista-Alves *et al.*, 2006; León *et al.*, 2007). En un estudio reciente se detectó un 17,09% de seroprevalencia en bovinos de varios propósitos del estado Yaracuy, con factores de riesgo asociados a la enfermedad como aptitud lechera, patrón racial *Bos taurus*, nacimiento del animal en la propia finca, consumo de alimento balanceado comercial y densidad mayor a 3 bovinos por Ha (Escalona *et al.*, 2010). En otro estudio realizado en 169 vacas provenientes de un rebaño con antecedentes de abortos endémicos en el municipio Torres del estado Lara, se detectó un 44% de seropositividad y una asociación importante entre la condición de infección con *Neospora caninum* y la ocurrencia de los abortos, indicando que el parásito tuvo una elevada implicación en la etiología de los mismos (Obando *et al.*, 2010). Estos resultados evidencian la necesidad de ampliar los estudios epidemiológicos sobre la neosporosis bovina en el país. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la SP a *N. caninum* en fincas doble propósito del estado Lara, con la finalidad de que sirva como criterio para el control de esta enfermedad que puede afectar la eficiencia reproductiva y la productividad de la ganadería vacuna en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se procesaron un total de 2.542 muestras provenientes de 124 unidades de producción bovinas doble propósito, pertenecientes a los municipios Simón Planas, Crespo, Torres, Urdaneta y Jiménez del estado Lara. Desde el punto de vista climático el estado se caracteriza por presentar precipitaciones que

varían desde los 300 mm hasta 900 mm promedios anuales, con temperaturas medias que oscilan entre 18 a 29°C y una humedad relativa media que no sobrepasa al 90%. En los diferentes municipios existen una gran variedad de zonas de vida, con predominio del Bosque seco premontano, Monte espinoso premontano, Bosque seco tropical y en menor porcentaje el Bosque húmedo premontano (Rodríguez *et al.*, 2007). Las muestras sanguíneas se tomaron directamente de la vena yugular, utilizando tubos Vacutainer® sin anticoagulante para la obtención de suero. Se consideró información relacionada con el grupo etario (becerros, mautes, novillas y adultos) y sexo de los animales. Para el momento del estudio en ninguna de las fincas se habían aplicado vacunas contra *N. caninum*. La SP a *Neospora caninum* fue determinada mediante el ensayo inmunoenzimático ELISA indirecto utilizando un kit comercial. Los datos se procesaron mediante análisis descriptivos (tablas de contingencia) y comparaciones de medias (ANOVA) usando la prueba C de Dunnett con una diferencia significativa calculada a un nivel de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La SP general a *Neospora caninum* fue del 17,23% y se detectaron animales positivos en todos los municipios estudiados con los siguientes resultados: el municipio Simón Planas presentó una SP significativamente superior (26.11%) con respecto a los municipios Crespo (9.88%), Torres (14.05%) y Urdaneta (14.39%), mientras que Jiménez (20%) no presentó diferencias estadísticas con el resto de los municipios (Cuadro 1). En el 91,94% (114/124) de

las unidades de producción ganaderas se detectaron bovinos positivos a *N. caninum*, con rangos de SP que oscilaron entre 2,78 y 62,5%. En estos municipios se desarrolla un importante sector destinado a la producción ganadera, lo que resalta el impacto potencial que la neosporosis pudiera tener sobre la eficiencia reproductiva y por ende en la producción de las ganaderías estudiadas.

Estudios previos sobre esta enfermedad en Venezuela, han logrado detectar animales seropositivos. De esta forma y coincidiendo con los resultados de esta investigación, Escalona *et al.*, (2010), obtuvieron una seroprevalencia del 17,09%, en 550 bovinos del estado Yaracuy, con al menos un animal positivo en el 74,51% de los rebaños. Otras investigaciones reportan un 14,9% de SP en 550 vacas de 13 estados (García, 2005); 11,3% en 459 vacas procedentes de 15 granjas doble propósito de ocho estados, con animales positivos en el 86,7% de las fincas y un rango de SP de 3,8 a 36,7% (Lista-Alves *et al.*, 2006); 13% y 17% en ganadería doble propósito del estado Guárico y Sur del estado Aragua, respectivamente (León *et al.*, 2007) y 20,66% de 213 bovinos de ocho fincas doble propósito de la región de Tucacas, con rangos que oscilaron entre 6,66 y 36,84% (Fernández, 2004). Aunque estos estudios revelan la presencia de anticuerpos anti-*Neospora caninum* en bovinos, aún no se ha realizado en el país el diagnóstico directo del parásito desde los tejidos de sus hospedadores.

Las hembras presentaron un 17,69% y los machos un 13,39% de SP, sin diferencias significativas entre

Cuadro 1. Porcentaje de seropositividad (SP) a *Neospora caninum* por municipios.

Municipio	N° Fincas	NMS	SP (%)
Simón Planas	41	701	26,11 <sup>a</sup>
Crespo	13	253	9,88 <sup>b</sup>
Torres	31	804	14,05 <sup>b</sup>
Urdaneta	36	709	14,39 <sup>b</sup>
Jiménez	3	75	20,00
Total	124	2542	17,23

NMS = Número de muestras de suero. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) entre resultados de una misma columna.

ambos grupos, en una población constituida por un 90,5% de hembras (Cuadro 2). En este sentido las hembras bovinas tienen un rol importante en la transmisión vertical (transplacentaria) de este parásito. Esta última se considera la principal vía de infección en esta especie animal y contribuye en forma significativa a la presencia y persistencia de la infección en el rebaño, determinando el carácter endémico de la enfermedad, ocurriendo la transmisión de madres infectadas a hijas e incluso en forma repetida en gestaciones subsiguientes (Dubey *et al.*, 1992; Anderson *et al.*, 1997; Hietala y Thurmond, 1999; Wouda, 2000; Dubey, 2003b; Hall *et al.*, 2005).

No se detectaron diferencias significativas entre los grupos etarios, con una SP del 20% para los mautas (as), 17,06% para los adultos (vacas-toros), 15,52% para los novillos (as) y 12,5% para los becerros (as), correspondiendo a los adultos el mayor porcentaje de animales examinados (75,32%), como aparece en el Cuadro 2. Al respecto, algunas investigaciones indican que la edad no parece comportarse como un factor de riesgo asociado a la neosporosis (Fernández, 2004; Bañales, *et al.*, 2006; Escalona *et al.*, 2010) en cuyo caso se sugiere que las infecciones por *Neospora caninum* son predominantemente transmitidas por vía transplacentaria, pudiendo aumentar de esta manera la proporción de animales infectados dentro de los rebaños (Frössling *et al.*, 2005). También pudiera deberse a la exposición a una fuente común de infección para todos los animales del rebaño (García-Vázquez *et al.*, 2005), situación poco probable en

estudios que involucran varias unidades de producción ganaderas. Lo anterior resalta el papel de la hembra bovina en la transmisión vertical de la neosporosis.

En contraste, en otras investigaciones se ha detectado una asociación positiva entre la edad y la seroprevalencia (Dyer *et al.*, 2000). En este sentido, cuando se incrementa el riesgo de contraer la infección con la edad o con el número de gestaciones, la transmisión horizontal adquiere particular importancia (Dubey *et al.*, 2007) e involucra la exposición postnatal de los bovinos con fuentes contaminadas por el parásito, lo que sustenta el rol del perro en el ciclo biológico del mismo (Dubey, 2003b). Soportando esta modalidad de transmisión, en un estudio realizado por Hall *et al.*, (2005), solamente un bajo porcentaje de las infecciones por *Neospora* fueron relacionadas con la adquirida postnatalmente, por lo que la transmisión horizontal parece ser necesaria para introducir nuevas infecciones en el hato (Thurmond *et al.*, 1997).

Estos resultados constituyen un aporte valioso para los estudios epidemiológicos sobre la neosporosis bovina en Venezuela, fundamentalmente porque la población estudiada estuvo conformada por un elevado número de bovinos provenientes de varias unidades de producción ganaderas, y sugieren que las hembras bovinas tienen un rol importante en la transmisión de la enfermedad por vía transplacentaria, lo que debe ser considerado para el establecimiento de medidas estratégicas de control de esta enfermedad.

Cuadro 2. Porcentaje de seropositividad (SP) a *Neospora caninum* por grupos etarios y sexo.

	NMS	SP (%)
Grupo etario		
Becerras (os)	16	12,50
Mautas (es)	160	20,00
Novillas (os)	406	15,52
Adultos (vacas-toros)	1776	17,06
Sexo		
Hembras	2289	17,69
Machos	239	13,39

NMS = Número de muestras de suero.

## CONCLUSIONES

Los valores de SP detectados en esta investigación indican que la neosporosis bovina está diseminada en áreas estratégicas para la producción ganadera, constituyendo un riesgo potencial para la eficiencia reproductiva de los rebaños bovinos afectados. Los resultados sugieren que el modo de transmisión vertical por vía transplacentaria tiene mayor importancia en los rebaños estudiados y en menor grado la transmisión horizontal que involucra al perro como hospedador definitivo. Sin embargo, en la aplicación de programas estratégicos de control deben ser considerados otros factores de riesgo asociados a la enfermedad, tales como: aptitud, patrón racial, fuente de alimentación y agua, densidad poblacional y tamaño del rebaño, entre otros, así como la presencia de perros en las unidades de producción agropecuarias.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" por el financiamiento para el desarrollo de esta investigación y al Programa Integrado para el Desarrollo Lechero del estado Lara (PIDEL) por el apoyo en la toma y procesamiento de las muestras.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, M. L., J. P. Reynolds, J. D. Rowe, A. E. Packham, B. C. Barr and P. A. Conrad. 1997. Evidence of vertical transmission of *Neospora* sp. infection in dairy cattle. *J. Am. Vet. Assoc.* 210: 1169-1172.
- Bañales, P., L. Fernández, M. V. Repiso, A. Gil, D. A. Dargatz and T. Osawa. 2006. A nationwide survey on seroprevalence of *Neospora caninum* infection in beef cattle in Uruguay. *Vet. Parasitol.* 139: 15-20.
- Barling, K. S., J. W. McNeill, J. A. Thompson, J. C. Paschal, F.T. McCollum, T. M. Craig and L.G. Adams. 2000. Association of serologic status for *Neospora caninum* with postweaning weight gain and carcass measurements in beef calves. *JAVMA.* 217 (9): 1356-1360.
- Barr, B. C., I. Bjerkäs, D. Buxton, P. Conrad, J. P. Dubey, J. T. Ellis, M. C. Jenkins, S. A. Johnston, D. Lindsay, D. Sibley, A. J. Trees and W. Wouda. 1997. Neosporosis Report of the International *Neospora*. Workshop. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 19(4): 120-144.
- Basso, W., M. Venturini, D. Hill, S. Kwok, S. Shen and J. Dubey. 2001(a). First Isolation of *Neospora caninum* from Feces of a Naturally Infected Dog. *J. Parasitol.* 83(3): 612-618.
- Basso, W., L. Venturini, M. Venturini, P. Moore, M. Rambeau, J. M. Unzaga, C. Campero, D. Bacigalupe and J. Dubey. 2001(b). Prevalence of *Neospora caninum* infection in Dogs from Beef-cattle Farms, Dairy Farms and from Urban Areas of Argentina. *J. Parasitol.* 87(4): 906-907.
- Björkman, C., O. Johansson, S. Syenlud, J. M. Holmdahl and A. Ugglå. 1996. *Neospora* Species Infection in a Herd of Dairy Cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208(9): 144-146.
- Corbellini, L. G., C. A. Pescador, F. Frantz, E. Wunder, D. Steffen, D. R. Smith and D. Driemeier. 2005. Diagnostic survey of bovine abortion with special reference to *Neospora caninum* infection: Importance, repeated abortion and concurrent infection in aborted fetuses in Southern Brazil. *The Veterinary Journal.* 172: 114-120.
- Dubey, J. P., D. S. Lindsay, M. L. Anderson, S. W. Davis and S. K. Shen. 1992. Induced transplacental transmission of *Neospora caninum* in cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 201: 709-713.
- Dubey, J. P. 1999a. Neosporosis in cattle: biology and economic impact. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214: 1160-1163.
- Dubey, J. P. 1999b. Recent Advances in *Neospora* and Neosporosis. *Vet. Parasitol.* 84:349-367.
- Dubey, J. P. 2003a. Neosporosis in cattle. *J. Parasitol.* 42-56.
- Dubey, J. P. 2003b. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean J. Parasitol.* 41(1): 1-16.
- Dubey, J. P., G. Schares, G. and L. M. Ortega-Mora. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.* 20(2): 323-367.

- Dyer, R. M., M. C. Jenkins, O. C. Kwok, L. W. Douglas and J. P. Dubey. 2000. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland risk of serologic reactivity by production groups. *Vet. Parasitol.* 90: 171-181.
- Escalona, J., F. García, O. Mosquera, F. Vargas y A. Corro. 2010. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de Neosporosis Bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 28(2): 201-211.
- Fernández, J. G. 2004. Seropositividad de la neosporosis bovina en fincas ganaderas de la Región de Tucacas, estado Falcón. Trabajo de Grado. FCV-UCV, Maracay, Venezuela
- Frössling, J., A. Ugglá and C. Björkman. 2005. Prevalence and transmission of *Neospora caninum* within infected Swedish dairy herds. *Vet. Parasitol.* 128: 209-218.
- García, F., J. Escalona, J. G. Fernández y C. Suárez. 2003. Seropositividad a *Neospora caninum* en vacas lecheras con casuística de abortos en una finca del Municipio Morán del estado Lara, Venezuela. **En:** Memorias de las VI Jornadas de Investigación del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Venezuela.
- García, F. 2005. La neosporosis como factor limitante emergente de la eficiencia reproductiva en rebaños bovinos. **En:** Memorias del VI Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
- García-Vazquez, Z., R. Rosario-Cruz, A. Ramos-Aragón, C. Cruz-Vazquez and G. Mapes-Sánchez. 2005. *Neospora caninum* seropositivity and association with abortions in dairy cows in Mexico. *Vet. Parasitol.* 134: 61-65.
- Gondim, L. F., M. M. McAllister, W. C. Pitt and D. E. Zemlicka. 2004a. Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.* 34: 159-161.
- Gondim, L. F., M. M. Mc Allister, R. C. Anderson-Sprecher, C. Björkman, T. F. Lock, L. D. Firkins, L. Gao and W. R. Fischer. 2004b. Transplacental transmission and abortion in cows administered *Neospora caninum* oocysts. *J. Parasitol.* 90(6): 1394-1400.
- Gondim, L. F. M. M. McAllister, N. E. Mateus-Pinilla, W.C. Pitt, L. D. Mech and M. E. Nelson. 2004c. Transmission of *Neospora caninum* between wild and domestic animals. *J. Parasitol.* 90(6): 1361-1365.
- Guarino, A., G. Fusco, G. Savini, G. Francesco and G. Gringoli. 2000. Neosporosis in Water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Southern Italy. *Vet. Parasitol.* 91:15-21.
- Haddad, J. P., I. R. Dohoo, J. A. VanLeewen. 2005. A review of *Neospora caninum* in dairy and beef cattle – a Canadian Perspective. *Can Vet J.* 46: 230-243.
- Hall, C. A., M. P. Reichel and J. T. Ellis. 2005. Neospora abortions in dairy cattle: diagnosis, mode of transmission and control. *Vet. Parasitol.* 128: 231-241.
- Hietala, S. K. and C. T. Thurmond. 1997. *Neospora caninum* infection in cattle. United States Animal Health Association Proceeding. 4p. Disponible en línea: <http://www.usaha.org/speeches/neocan97html>. [Enero 15, 2011]
- Hietala, S. K. and M. C. Thurmond. 1999. Postnatal *Neospora caninum* transmission and transient serologic responses in two dairies. *Int. J. Parasitol.* 29: 1669-1676.
- Hobson, J. C., T. F. Duffield, D. Kelton, K. Lissemore, S. K. Hietala, K. E. Leslie, B. McEwen and A. S. Peregrine. 2005. Risk factors associated with *Neospora caninum* abortion in Ontario Holstein dairy herds. *Vet. Parasitol.* 127: 177-188.
- León E., A. Guillén, W. Aragort, F. García, G. Morales, L. Pino, E. Sandoval y C. Balestrini. 2007. Limitantes parasitológicas en rebaños doble propósito del Municipio San José de Guaribe (estado Guárico) y Sur del estado Aragua. **En:** Espinoza, F. y Dominguez, C. (Eds.). I Simposio Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. Valle de la Pascua, Venezuela. pp. 177-194.
- Lista-Alves, D., R. Palomares-Naveda, F. García, C. Obando, D. Arrieta and A. E. Hoet. 2006. Serological evidence of *Neospora caninum* in

- dual-purpose cattle herds in Venezuela. *Vet. Parasitol.* 136: 347-349.
- McAllister, M. M., J. P. Dubey, D. S. Lindsay, W. R. Jolley, R. A. Wills and A. M. McGuire. 1998. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. for Parasitol.* 28: 1473-1478.
- Moen, A. R., W. Wouda, M. F. Mul, E. A. Graat y T. van Werven. 1998. Increased risk of abortion following *Neospora caninum* abortion outbreaks: a retrospective and prospective cohort study in four dairy herds. *Theriogenol.* 49: 1301-1309.
- Moore, D. P., A. C. Odeón y C. M. Campero. 2001. Neosporosis Bovina: Una actualización. *Vet. Arg.*, 18 (180): 752-775.
- Moore, D. P., C. M. Campero, A. C. Odeón, R. Chayer and M. A. Bianco. 2003. Reproductive Losses due to *Neospora caninum* in a Beef Herd in Argentina. *J. Vet. Med. B.* 50: 304-308.
- Moore, D. P., A. C. Odeón, M.C. Venturini and C. M. Campero. 2005. Neosporosis bovina: conceptos generales, inmunidad y perspectivas para la vacunación. *Revista Argentina de Microbiología.* 37: 217-228.
- Obando, C. A. 2005. Aborto endémico bovino en una finca lechera y su asociación con agentes infecciosos abortificantes. **En:** Memorias del VI Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
- Obando, C., M. Bracamonte, A. Montoya y V. Cadenas. 2010. *Neospora caninum* en un rebaño lechero y su asociación con el aborto. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 20(3): 235-239.
- Rodrigues, A. A., S. M. Gennari, D. M. Aguiar, C. Sreekumar, D. E. Hill, K. B. Miska, M. C. Vianna and J. P. Dubey. 2004. Shedding of *Neospora caninum* oocysts by dogs fed tissues from naturally infected water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Brazil. *Vet. Parasitol.* 124: 139-150.
- Rodríguez, M. F., A. Cortez, J. Rey, M. Núñez y F. Ovalles. 2007. Proyecto: Integración Espacial de los Datos Agroecológicos del INIA al Norte del Orinoco de Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-(FONACIT-S1:2002000147). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Laboratorios de Sistemas de Información en Recursos Agroecológicos.
- Romero, J. J., S. Van Breda, B. Vargas, G. Dolz and K. Frankena. 2005. Effect of neosporosis on productive and reproductive performance of dairy cattle in Costa Rica. *Theriogenol.* 64(9): 1928-1939.
- Thurmond, M., S. Hietala and P. C. Blanchard. 1997. Herd-based diagnosis of *Neospora caninum* induced endemic and epidemic abortion in cows and evidence for congenital and postnatal transmission. *J. Vet. Diagn. Invest.* 9: 44-49.
- Waldner, C. L., E. D. Janzen, J. Henderson and D. M. Haines. 1999. Outbreak of abortion associated with *Neospora caninum* infection in a beef herd. *JAVMA.* 215: 1485-1490.
- Wouda, W. 2000. Diagnosis and epidemiology of bovine neosporosis: A review. *Vet. Q.* 22: 71-74.



## **Registros técnico-económicos en sistemas de producción Caprino-Sábila (*Capra hircus-Aloe vera*) en la comunidad de Cauderales, estado Lara**

Aleyda Delgado<sup>1\*</sup>, Wilmer Armas<sup>1</sup>, Ramón D'Aubeterre<sup>1</sup>, Mirna Jiménez<sup>1</sup> y Víctor Marchan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA-Lara. Carretera vía Duaca-Barquisimeto, Venezuela. \* Correo electrónico: adelgado@inia.gob.ve

### **RESUMEN**

El presente trabajo fue desarrollado, en la región semiárida de Venezuela. Se evaluó el uso de registros en 15 unidades de producción en la comunidad de Cauderales, estado Lara, pertenecientes a la Red Socialista de Innovación Productiva caprino-sábila (*Capra hircus-Aloe vera*). Los instrumentos utilizados fueron entrevistas y una encuesta con preguntas cerradas y abiertas. Las técnicas estadísticas utilizadas fueron la distribución de frecuencias y el análisis de correlación. Los resultados evidencian que el 64% de los productores encuestados tenían más de 40 años de edad, 44% nivel de instrucción de primaria y el 52% más de veinte años de experiencia. El 53% combinan la cría caprina con el cultivo de sábila. El 80% ha utilizado registros en sus unidades de producción y solo el 12% ha recibido capacitación en el uso de los registros. En cuanto al tipo de registros utilizados, el 75% realiza anotaciones de los nacimientos, 50% en la sanidad del rebaño (vacunaciones), 34% de los egresos, 20% físicos (inventarios de maquinarias y equipos), 13% registros ambientales (características del suelo) y el 100% registros legales documentación de propiedad). Un 26% de los productores opinan que utilizan los registros para "llevar control de las ganancias y pérdidas". Asimismo, no se encontró correlación entre las variables independientes con respecto al uso de registros de producción. El mayor porcentaje de los productores han utilizado algún tipo de registro en su unidad de producción, con tendencia a realizar anotaciones del tipo técnico.

*Palabras clave:* Redes socialistas de innovación productivas, registros, caprino, sábila, sistemas de producción.

### **Technical and economical records in the *Capra hircus-Aloe vera* production systems in the community of Cauderales, Urdaneta municipality, Lara state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

This research was developed in the semiarid region of Cauderales in Lara state, Venezuela. Records of 15 farms belonging to the Production Innovation Socialistic Red (PISR) of goat-Aloe were evaluated. Surveys with open and closed questions and interviews were conducted. The data collected was analyzed through the frequency analysis and correlation. The results indicated that 64% of the farmers are older than 40 years, 44% had elementary school level and 52 had more than 20 years of work experience in the field, 20% are dedicated to goat production and 27% to aloe cropping and 53% to both activities. On the other hand, 80% had used production records and only 12% had received instructions in those matters. With regard to the kind of record used, 75% of the farms took information of the births, 50% about health problems, 34% recorded the incomes and outcomes, 20% kept records of the machinery and equipments, 13% had records of the surroundings such as kind of soils, trees and water supplies and 100% had documents of land properties. Same wise, 26% of the farmers considered that the main reason to keep records is for decision taking. It can be concluded that the majority of the farmers had used some kind of record in their farms, with a high tendency of using technical records, there was no evident correlation within variables such as age of the farmers, instruction level, kind of economical activities, participation in formal organizations and previous courses about record with regard to the production records.

*Key words:* production innovation socialistic reds, records, goats, aloe, production systems.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las funciones gerenciales (planificación, organización, dirección, control y evaluación), el control es una de las tareas más difíciles y constituye la fase en la que existen algunos nudos críticos, ya que la mayoría de los productores ven en este proceso, restricciones, normas y registros que ocasionan, según su criterio, más trabajo (Bermúdez, 1992 y Robbins, 2000).

No obstante, los registros están conformados por información que permite al agricultor diagnosticar su situación actual, conocer volúmenes de producción, limitantes en sus unidades de producción y establecer niveles de inversión y rentabilidad; según Guevara *et al.* (2007) el uso de ellos implica un proceso de concientización del productor sobre la necesidad de llevar un control de las actividades de la finca.

Las Redes Socialistas de Innovación Productiva (RSIP) son un conjunto de pequeñas y medianas unidades socialistas productoras de bienes y servicios organizadas, cuyo objetivo es el aprovechar y desarrollar las capacidades y los recursos de la comunidad para favorecer el desarrollo humano, la productividad y la inclusión social en función del desarrollo sustentable (Fundacite, 2010).

En el estado Lara, existen 35 de estas organizaciones sociales y entre ellas, la denominada Caprino-Sábila, ubicada en Cauderales, municipio Urdaneta. Según lo indicado por Delgado *et al.* (2010), en esta comunidad la principal actividad económica es la cría extensiva de caprinos (*Capra hircus*), complementada o asociada, con el cultivo de la sábila (*Aloe vera*). En este sistema de producción, Delgado *et al.* (2011), señalan que, los indicadores de sustentabilidad sujetos a un programa de mejoramiento son: rendimiento del acíbar, conservación de los recursos naturales, agrobiodiversidad sustentable, seguridad alimentaria, uso de registros de producción, nivel de empleo e innovación en la comercialización.

Con base en lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue determinar la relación entre el uso de los registros de producción con las características sociales de 15 productores que pertenecen a la RSIP caprino-sábila de Cauderales del estado Lara.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La RSIP caprino-sábila, está circunscrita en la zona semiárida del país en el noroeste del estado Lara, en la población de Cauderales, municipio Urdaneta, Venezuela. Ubicada a 290 m.s.n.m. y entre 10°34'9" latitud norte y 69°42'20" longitud oeste, con una temperatura promedio de 28,3°C y con precipitación media anual de 500 mm. (M.A.R.N.R, 1999).

El estudio se realizó entre septiembre y diciembre del 2011, y se inició aplicando la metodología propuesta por Martínez (1999), seleccionándose una población de 15 productores, por la técnica de muestreo por intencionalidad de un universo de 45 productores pertenecientes a la Red Socialista de Innovación Productiva Caprino-Sábila.

La investigación se desarrolló a través de un trabajo de campo, tipo descriptivo y de carácter no experimental. Las técnicas que se emplearon para recabar la información fueron la observación directa, la entrevista y la encuesta. Las entrevistas formales se llevaron a cabo con visitas domiciliarias.

Con respecto a los instrumentos de recolección de datos, se utilizó una guía de entrevista semi-estructurada diseñada con preguntas abiertas y cerradas, tales como: Datos generales del productor (edad, nivel de instrucción, integrantes del grupo familiar, tipo de vivienda, tipo de organización, tenencia de la tierra, actividades económicas del productor, experiencia en el área agrícola, uso de registros en la unidad de producción, tipos de registros utilizados) y opiniones sobre el objetivo del uso de los registros técnicos-económicos. Las guías de entrevistas se sometieron al juicio de expertos locales.

El procesamiento de los datos se realizó a través de un análisis de frecuencias, siguiendo la metodología utilizada por Salas (2002) y se complementó con un análisis de correlación simple, utilizando el paquete estadístico Statistix versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se presenta de manera general las características de los productores encuestados, observándose que el 60% son mayores de 40 años (20% entre 40 y 49 años y 40% de 50 años o más), el 33% con edades de 30 a 39 años y sólo el 7% se ubica en el rango de 20 a 29 años; en este sentido, Delgado

*et al.* (2007) indican que este último rango está conformado por los hijos de productores, quienes se han dedicado a gerenciar sus unidades de producción, bien sea por enfermedad o fallecimiento de sus padres; mientras que Silva *et al.* (2007), opinan, que la mayoría de los productores muestran cierto grado de desconfianza y preocupación de entregar el manejo de las unidades de producción a la nueva generación.

El nivel de instrucción puede considerarse bueno, y constituye una característica positiva, para el establecimiento de un programa de capacitación, en vista de que todos los productores han recibido algún tipo de educación, reflejado en el 0% de analfabetismo, 40% con primaria incompleta, 20% con educación primaria terminada, 20% con estudios secundarios, 7% carrera técnica y un 13% con educación universitaria, es importante mencionar que esta última categoría, coincide con lo descrito por Silva *et al.* (2007), debido a que es minoritario el porcentaje de productores que poseen grado de instrucción superior y además con muy poca relación con la actividad agrícola. Por otra

parte, estos resultados difieren de los presentados por Pérez y Contreras (2011), quienes encontraron que la tasa de analfabetismo de los productores de RSIP de ovinos y caprinos del Zulia es alta.

Con relación a la experiencia en el área agrícola, el 47% de los productores manifestaron tener una antigüedad de 30 años o más; lo cual coincide con lo dicho por Silva *et al.* (2007), la condición de tradición y arraigo de los productores en la actividad desarrollada. Hernández y Sposito (1993) indican que esta antigüedad, puede considerarse como suficiente en cualquier profesión.

Entre los productores entrevistados se pueden diferenciar tres modalidades de actividades: el 20% se dedican a la cría caprina, el 27% a la producción de sábila, y el 53% de ellos se dedican a realizar en conjunto tanto a la cría de caprinos como a la explotación de sábila. En los tres casos sus ingresos son complementados con trabajos de jornaleros en la siembra y cosecha de los cultivos de hortalizas en el municipio Urdaneta y de caña de azúcar en

Cuadro 1. Características del productor de la RSIP Caprino-Sábila. Cauderales, Venezuela. 2011.

Características del Productor		Número de Fincas	%
Edad del productor (años)	20 a 29	1	7
	30 a 39	5	33
	40 a 49	3	20
	50 o más	6	40
Nivel de instrucción del productor	Analfabeto	0	0
	Primaria incompleta	6	40
	Primaria	3	20
	Secundaria	3	20
	Técnica	1	7
	Superior	2	13
Experiencia agrícola (años)	Menor de 5	3	20
	6 a 10	3	20
	11 a 20	6	40
	20 a 29	6	40
	30 o más	7	47
Tipo de actividad económica del Productor	Agrícola (sábila)	4	27
	Pecuaría (caprina)	3	20
	Agrícola-Pecuaría	8	53

Fuente: Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino -Sábila, 2011.

otras regiones del país, fabricando artesanías o en actividades educativas, resultados que coinciden con Delgado *et al.* (2010), quienes denominaron el sistema de producción caprino-sábila, por las interacciones entre los dos subsistemas de producción predominantes en el área, tal como se muestra en la Figura 1. En este mismo orden de ideas, Armas *et al.* (2006), indican que este tipo de productores caprinos han evolucionado de productores puros a mixtos, generando de la actividad agrícola una gran parte de sus ingresos, pero en lo que respecta, a las condiciones de vida de una típica unidad familiar (Cuadro 2),

se observa que la misma, está constituida por un promedio de seis a ocho miembros, representado por el 54%, coincidiendo con lo reportado por Delgado *et al.* (2010), de los cuales el 53% habitan en viviendas rurales, construidas de bloque, cemento y techo de zinc, mientras que el 47% en las fabricadas de bahareque. Sobre el tipo de tenencia de la tierra, se observa que el 100% de los productores manifestaron poseer superficie propia, con carta agraria como documento de propiedad.

Acerca de la participación en organizaciones (Cuadro 3), el 53% afirma pertenecer tanto a la RSIP

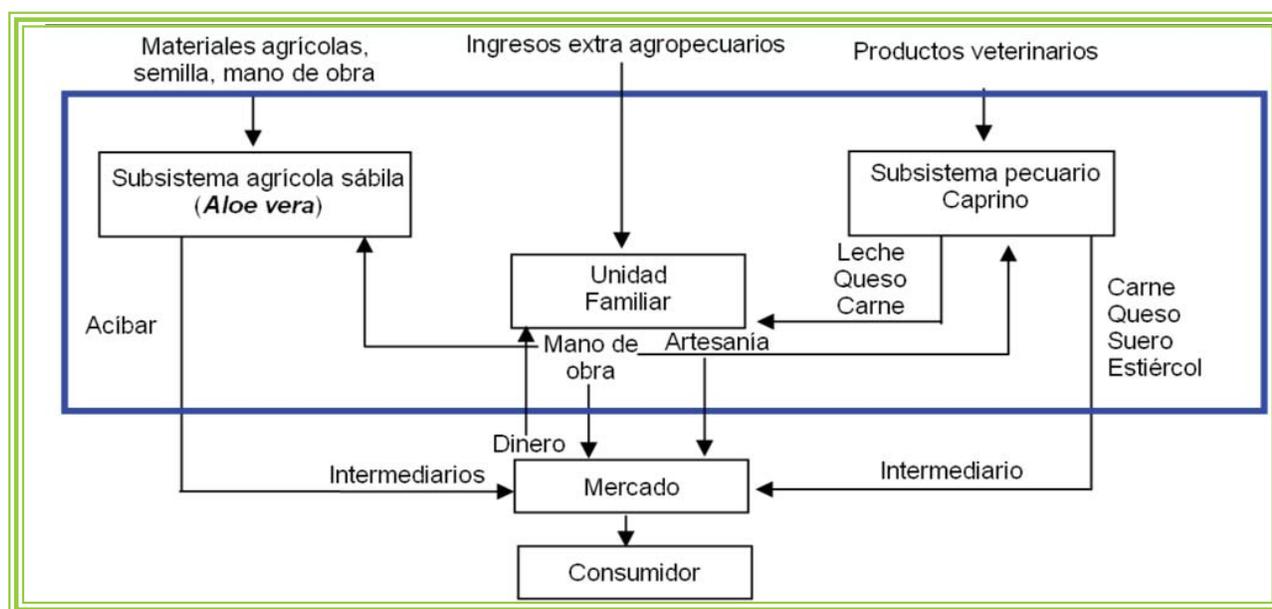


Figura 1: Estructura funcional del sistema de producción Caprino-Sábila.  
Fuente: Delgado *et al.*, 2010

Cuadro 2. Condiciones de vida de los productores de la RSIP Caprino-Sábila. Cauderales, Venezuela. 2011.

Condiciones de vida		Número de fincas	%
Integrantes del grupo familiar	0 a 5	2	13
	6 a 8	8	54
	9 o más	5	33
Tipo de Vivienda	Rural	8	53
	Otra	7	47
Tenencia de la Tierra	Propia	15	
	Sucesión	0	100
	Arrendada	0	
	Comodato	0	

Fuente: Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino- Sábila, 2011.

como a la Asociación de Productores, el 33% a la RSIP, Asociación de Productores, Consejo Comunal y a la Caja Rural, 7% a la RSIP, Asociación de Productores y Consejo Comunal y el resto que es una participación 7% exclusivamente a la RSIP.; Pérez y Contreras (2011), indican que lo más importante es empoderarse de las organizaciones, teniendo una participación activa y protagónica, para acercarse al desarrollo sostenible.

En cuanto al uso de registros (Cuadro 4), el 80% de los productores indicaron que utilizan registros “anotaciones” en sus unidades de producción, en forma manual y en cuadernos. Estos resultados difirieren de los reportados por Delgado *et al.* (2010), quienes reportaron poco uso de registros de producción por parte de los agricultores de Cauderales, siendo este un indicador que pudiera estar afectando negativamente la sostenibilidad de ese sistema.

De igual manera, se observa que el 40% de los productores encuestados ha participado en cursos sobre registros, lo que puede ser un factor influyente en la adopción y uso correcto de los registros de producción en las fincas de la RSIP estudiada. En el marco de las observaciones anteriores, se puede inferir que los productores están internalizando el uso de los registros, bien sea por iniciativa propia o por la presencia de las instituciones en la zona.

En el Cuadro 5, se puede observar que los agricultores de la RSIP Caprino- Sábila, utilizan registros técnicos, económicos, físicos, ambientales y legales. En cuanto a los registros técnicos, utilizan los registros de producción (33%), vacunaciones (50%), nacimientos (75%), destetes de los caprinos (17%) y en la producción de la sábila (25%). Al respecto, González (2003), señala que, muy pocos productores utilizan el registro por numeración funcional en

Cuadro 3. Distribución de la frecuencia (%) de la participación en organizaciones por los productores de la RSIP Caprino-Sábila. Cauderales, Venezuela, 2011.

<b>Tipos de organizaciones</b>	<b>Número de Fincas</b>	<b>%</b>
RSIP	1	7
RSIP- Asoc de Prod	8	53
RSIP-Asoc de Prod-Cons Com	1	5
RSIP-Asoc de Prod-Cons Com-Caja Rural	5	33

Fuente: Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino- Sábila, 2011.

Cuadro 4. Uso de registros de producción y participación en cursos de registros de producción de los productores de la RIPS Caprino-Sábila. Cauderales, Venezuela. 2011.

<b>Categoría</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Número de fincas</b>	<b>%</b>
Uso de registros de producción	Si	12	80
	No	3	20
Participación en cursos de registros	Si	6	40
	No	9	60

Fuente: Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino- Sábila, 2011.

Cuadro 5. Distribución de la frecuencia (%) del uso de los tipos de registros usados por los productores de la RSIP Caprino-Sábila. Cauderales, Venezuela, 2011.

Tipos de Registros		Número de fincas	%
Técnicos	Producción caprina	4	33
	Vacunaciones	6	50
	Nacimientos	9	75
	Destetes	2	17
	Producción de sábila	3	25
Económicos	Egresos: insumos, mano de obra	5	34
	Ingresos: ventas	3	20
	Ganancias	4	26
Físicos	Inventarios de maquinarias y equipos	3	20
Ambientales	Características del suelo	2	13
Legales	Documentación de propiedad de tierra	15	100

Fuente: Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino -Sábila, 2011.

algunos animales, como método de selección y comparación caprino. Asimismo, Silva *et al.* (2007) en sus investigaciones indica que existe la tendencia, por parte de los productores, de utilizar más los registros productivos

En cuanto a los registros económicos, el 34% de los productores realizan anotaciones de los egresos, 20% de los ingresos y sólo el 26% de las ganancias, por lo que se deduce que los productores no utilizan estos registros para determinar sus ganancias, al respecto Ruiz *et al.* (2008), opina que esto sucede porque los propietarios de las unidades de producción no tienen conciencia de que a través de los registros contables disponen de la información necesaria para tomar las decisiones más adecuadas, ayudar a planificar el mejoramiento de la finca y medir el éxito de la gestión al cabo de períodos determinados.

En lo que se refiere a los registros físicos, ambientales y legales, sólo el 20% de los productores llevan un inventario de las maquinarias y equipos que poseen, el 13%, es decir dos productores, han realizado análisis de suelos en sus fincas y el 100% tiene documentación de propiedad de la tierra (carta agraria).

Entre las razones de los productores para utilizar registros en su unidad de producción (Cuadro 6) se distinguen las siguientes: “Para saber cada cuanto

tiempo se vacuna”, es la opinión del 17% de los productores, “Para saber que cantidad produjo la sábila” del 17%, “Para llevar el control de ganancias y pérdidas” es la más frecuente y fue la opinión del 26% de los productores. Al analizar estas opiniones se infiere y se coincide con Silva *et al.* (2007) y con González (2003), debido a que los agricultores afirman llevar registros, pero no los utilizan eficientemente y además no realizan el análisis correspondiente que le permita asumir el proceso de toma de decisiones de manera efectiva.

Autores como, Armas *et al.* (2006), Bermúdez (2002) y Carruyo (1994), indican que los productores podrían obtener mejores resultados si no descuidaran aspectos técnicos básicos del manejo de la producción como los registros y que sólo se restringen a controlar los registros productivos, reproductivos, operativos y los inventarios de semovientes, dejando de lado lo concerniente a la evaluación y comparación de los resultados obtenidos de la gestión.

Con respecto al análisis de correlación (Cuadro 7), este se inició con un valor de (tabulado) igual a 0,623 para un 99% de probabilidad, 1% de error y un  $n$  igual a 15, cabe destacar que al estudiar las relaciones entre las variables, se evidenció que la variable uso de registro no presentó asociación con ninguna de las otras variables, es decir que ninguna de las variables

Cuadro 6 Frecuencia de opiniones de los productores de la RSIP Caprino-Sábila sobre el objetivo del uso de los registros técnico-económicos Cauderales, Venezuela, 2011.

Opinión	Número de fincas	%
Para ser más organizado	1	8
Saber cada cuanto tiempo se vacuna	2	17
Para saber el mes o el año que hay más producción en los caprinos	1	8
Para saber que cantidad produjo la sábila	2	17
Para comparar la producción de la sábila con el año anterior	1	8
Para saber cuanto es la inversión	1	8
Para llevar el control de ganancias y perdidas	3	26
Con el registro es más fácil saber algo de la finca	1	8

**Fuente:** Datos originales de la encuesta aplicada a los productores de la RSIP Caprino -Sábila, 2011.

Cuadro 7. Matriz de correlación (significancia) en las variables estudiadas de las fincas de la RSIP caprino-sábila. Cauderales, Venezuela. 2011

	Edad del productor	Nivel de instrucción del prod	Participación en organizaciones	Actividad económica	Experiencia agrícola	Cursos de registros realizados	Uso de registros
Edad del productor	1	-,473	,299	,331	,785**	,028	-,105
Nivel de instrucción del productor	-,473	1	-,292	-,700**	-,290	-,060	-,147
Participación en organizaciones	,299	-,292	1	,165	,273	-,673**	-,330
Actividad económica	,331	-,700**	,165	1	-,039	,238	-,362
Experiencia agrícola	,785**	-,290	,273	-,039	1	-,042	-,362
Cursos de registros realizados	,028	-,060	-,673**	,238	-,042	1	,408
Uso de registros	-,105	-,147	-,330	,375	-,362	,408	1

\*\*Indica significancia a un nivel de 0,01.

está estrechamente relacionada con el uso de los registros de producción; a diferencia de lo reportado en un trabajo similar, por Delgado *et al.* (2007), donde el nivel de instrucción del productor tuvo una influencia positiva y directa con el uso de registros.

En el mismo análisis, también se evidenció que existe una asociación significativa ( $P < 0,01$ ) entre la edad y la experiencia agrícola del productor, e igualmente entre el nivel de instrucción y la actividad económica y en cuanto a la participación en las organizaciones y la participación en cursos de registros.

### CONCLUSIONES

En el presente estudio se determinó que en la Red Socialista de Innovación Productiva Caprino-Sábila, se pueden diferenciar tres modalidades de producción dentro de un mismo sistema complejo: la cría caprina, la explotación de sábila y los que combinan la actividad agrícola con la pecuaria, en todos ellos los productores y su familia complementan sus ingresos en mayor o menor grado con actividades como la artesanía o venta de mano de obra, principalmente, como recolectores en cultivos hortícolas propios de la zona.

El mayor porcentaje de los productores han utilizado algún tipo de registro en su unidad de producción, con tendencia a realizar anotaciones del tipo técnico pero esto no implica que los datos sean usados para hacer seguimiento técnico permanente a sus unidades de producción y en consecuencia, a ser utilizados en la toma de decisiones en el mejor desenvolvimiento de éstas.

### LITERATURA CITADA

- Armas, W., R. D'Aubeterre y A. Delgado. 2006. Caracterización de los sistemas de producción caprina de la Microregión Río Tocuyo municipio Torres, estado Lara, Venezuela. 2001-2002. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. 11 (2):70-75.
- Bermúdez, A. 1992. La función de control y evaluación en la gerencia de finca de doble propósito. **En:** Ganadería Mestiza de Doble Propósito. González- Stagnaro, C. (Ed.) Ediciones Astro Data. pp. 383-399.
- Bermúdez, A. 2002. La gestión administrativa en la ganadería de doble propósito. **En:** Avances en la ganadería de doble propósito. Ediciones Astro-Data. pp. 647-659.
- Carruyo, R. 1994. Caracterización de sistemas gerenciales de fincas ganaderas de la parroquia Moralito, municipio Colón, estado Zulia. Tesis de *M Sc.* Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía, Maracaibo, Venezuela. 119 p.
- Delgado, A., W. Armas y R. D'Aubeterre. 2011. Validación de un método participativo para identificar indicadores de sostenibilidad sujetos a un programa de mejoramiento en sistemas de producción caprinos en el estado Lara. *Memorias VI Congreso Nacional de Caprinos y Ovinos*. pp. 233-236.
- Delgado, A., W. Armas, R. D'Aubeterre, C. Hernández y C. Araque. 2010. Sostenibilidad del sistema de producción *Capra hircus-Aloe vera* en el semiárido de Cauderales (estado Lara, Venezuela). *Agroalimentaria*. 16 (31): 49-63.
- Delgado, A., T. Quijada, G. López, V. Marchan y M. Jiménez. 2007. Uso de registros técnico-económicos en sistemas ganaderos bovino doble propósito en Moroturo, Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias* (En prensa).
- FUNDACITE. 2010. Las Redes Socialistas de Innovación Productiva. *Boletín de la iniciativa de procesos de Innovación Rural*. 1:8
- González, F. 2003. Cambios de los sistemas de producción tradicional como alternativa de desarrollo de la ganadería caprina en el sector de Burere, Coyobo y El Pantano del municipio Torres, estado Lara. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. 9 (1): 10-15.
- Guevara, L., E. Castillo E. y N. Roa. 2007. Uso de los registros y manejo de la información en la ganadería doble propósito de Venezuela. *CENIAPHOY No. 13*. <http://www.ceniaphoy.gov.ve/pbd/Revistas tecnicas/ceniaphoy/index.htm>.
- Hernández, R. y E. Sposito E. 1993. Estudio técnico-económico de la producción de leche en los distritos Infante, Ribas y Zaraza del estado Guárico. *Desarrollo Rural*. 1(2):72-80.
- Martínez, C. 1999. *Estadísticas y Muestreo*. Eco Ediciones. Santa Fe de Bogotá. Colombia Pág. 349-350.

- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 1999. Región II Lara. Gobernación del estado Lara. Atlas del estado Lara. 85 pp.
- Pérez, J. y D. Contreras. 2011. Características socioeconómicas de los productores de la red Socialista de Innovación Productiva de ovinos y caprinos del municipio Guajira. *Rev. Fac. Agronomía. (LUZ)*. 28:416-429.
- Robbins, S. 2000. *Administración. Teoría y Práctica. Función de Control en el proceso administrativo.* Prentice-Hall, Editorial Hispanoamericana S.A. México. 6ta ed. pp 600.
- Ruiz C., C. Ávila, C. García y L. Brunett. 2008. Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino doble propósito. *Mexicana de Agronegocios*. XII (022):503-515.
- Salas J. 2002. Actitud del productor agrícola de comunidades del Valle de Quibor, Venezuela, hacia el manejo integrado de plagas en tomate. *Rev. Desarrollo Rural*. 4 y 5: 183-213.
- Silva D., N. Rincón, M. Pérez, E. Peña y F. Urdaneta. 2007. Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades de producción de ganadería de doble propósito del municipio Machiques de Perija, estado Zulia. *Rev. Fac. Agronomía. (LUZ)* 24: 547-576.



## **Dinámica de proteína cruda y componentes minerales de las pasturas de sabanas hiperestacionales en bancos, bajíos y esteros de Mantecal, estado Apure, Venezuela**

René Torres<sup>1\*</sup>, Rafael Aparicio (†)<sup>1</sup>, Susmira Godoy<sup>2</sup>, Luis Astudillo<sup>1</sup> y José Carrasquel<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental Apure, San Fernando, Apure, Venezuela.

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

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias. INIA - CENIAP. Producción Animal, Maracay, Aragua, Venezuela.

---

### **RESUMEN**

Con el propósito contribuir con el conocimiento de las zonas de sabana de Venezuela en referencia a su composición proteica y mineral, por fisiografía y épocas climáticas se realizaron durante el período marzo de 2005 a abril de 2007 evaluaciones de las pasturas de sabanas de bancos, bajíos y esteros con una frecuencia de cada 50 días, en Mantecal, estado Apure. El estudio reveló valores dentro de lo esperado para Proteína Cruda (PC) en las pasturas de bajíos y esteros, mientras que en bancos solo se cubren las necesidades durante la transición sequía–lluvia. PC se correlacionó positivamente con P, K, Mg, S y Cu; y negativamente con Ca, Mn y Zn. Además se encontraron amplias deficiencias en P, Ca y Na. No se observaron deficiencias en K, S, Cu y en Mg, sólo se evidenció deficiencias en transición lluvia–sequía. Para Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos. En varias fisiografías y épocas existió antagonismo de Mn, Zn y Fe ante P, K y S. A su vez Fe y Zn presentaron sinergismo con Cu y Na, así mismo, entre Fe y Zn y entre Fe y Mn. Se observó una excesiva disponibilidad de Fe que a su vez presentó sinergismo con S y Cu en los períodos de sequía y transición sequía–lluvia, y en lluvias con Cu y Na.

*Palabras clave:* pasturas, sabanas, proteína cruda, minerales.

---

### **Dynamics of crude protein and mineral components of hyperstational savannah grasslands in banks, shoals and estuaries in Mantecal, Apure state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

With the purpose of contributing to existing knowledge of savannah zones of Venezuela minerals and protein tests were carried out from March 2005 to April 2007 period. Tests were performed in physiographic areas of banks, shoals and estuaries in hiperstational savannas from Mantecal, Apure State, with a 50 days frequency. Protein values found were as expected in pastures from bajíos-shoals and esteros-estuary, but not in the banks, which were covered just in dry–rainy period. The crude protein values have been positively correlated with P, K, Mg, S and Cu; and negative with Ca, Mn and Zn. Severe deficiency in P, Ca and Na were established, but there were no deficiencies found for K, S, Cu and Mg (just deficiency during rain–dry transition). In relation with Fe, Zn and Mn excessive levels were found. There was antagonism in Mn, Zn and Fe in presence of P, K and S, meanwhile Fe and Zn presence in synergism with Cu and Na, and in the same way, between Fe and Zn, and Fe and Mn.

*Key words:* savannas, pastures, protein, mineral.

## INTRODUCCIÓN

Los desbalances (deficiencias o excesos) de minerales en los suelos y pasturas han sido considerados como una de las principales causas en la baja producción y reproducción de los rebaños a pastoreo en los trópicos, así como predisponentes de enfermedades carenciales (Chicco y Linares, 1992; McDowell *et al.*, 1997), y en general, la baja productividad pecuaria actual en sabanas venezolanas es atribuida a las fluctuaciones climáticas, baja fertilidad natural de los suelos y bajo potencial de los recursos forrajeros nativos, siendo señalado una mayor riqueza en nutrientes de las gramíneas de las sabanas hiperestacionales en relación a las de sabanas estacionales (Chacón *et al.*, 2007; Comerma y Chacón, 2002).

Así, González *et al.* (2009), consideran que las sabanas inundables de banco, bajío y estero, desde el punto de vista de su producción de biomasa, composición química, parámetros de degradación y tasa fraccional de fermentación, son de un valor nutricional de regular a bajo, afectadas por fisiografía y época climática, presentado el período transicional sequía-lluvia su menor oferta, pero su mayor valor nutritivo.

El objetivo del presente trabajo es contribuir con la generación de información acerca de las zonas de sabana de Venezuela en referencia a su composición proteica y mineral, por fisiografía y épocas climáticas.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue desarrollado en el Campo Experimental Mantecal, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Mantecal, estado Apure, Venezuela; durante el período marzo 2005 a abril 2007, con una frecuencia de muestreo de 50 días. Las características del área experimental y su manejo han sido descritas por Torres *et al.* (2003 a, b); sus suelos han sido clasificados como Aquic Haplustepts, francosa fina, mixta e isohipertérmica, para la fisiografía de banco; Aeríc Epiaquepts, arcillosa fina, mixta e isohipertérmica, en el bajío; y en el estero se establece como Vertic Epiaquepts, arcillosa muy fina, mixta e isohipertérmica (Torres, 2003) y caracterizados físicamente por Torres *et al.*, 2011.

En la fisiografía de banco predominan las especies *Panicum laxum*, *Paspalum chaffanjonii*, *Leersia hexandra* y *Axonopus compressus*, en bajíos las especies dominantes son las tres primeras antes señaladas mas *Hymenachne amplexicaulis*; y en los esteros la inundación condiciona la dominancia a *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*. Observándose cuando estas pasturas han sido manejadas tradicionalmente con carga animal de 0,5 UA/ha y método de pastoreo diferido por época climática.

Las muestras de pasturas fueron tomadas apareadas a muestras de suelo estudiadas por Torres *et al.*, 2011; en cada fisiografía siempre con la misma dirección y sentido, tres en cada fisiografía resultante de cinco submuestras cada una, luego secadas a 65°C por 72 horas y remitidas al laboratorio para la determinación de proteína cruda (AOAC, 1995), fósforo (Fiske y Subarrow, 1925), y calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, azufre, cobre, manganeso, boro y zinc por espectrofotometría de absorción atómica.

Los resultados fueron procesados con apoyo del paquete estadístico InfoStat (2007), como un diseño completamente aleatorizado para varianza y coeficientes de Pearson entre épocas y fisiografías contrastantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los elementos químicos y de proteína cruda (PC) estudiados en las pasturas de las diferentes fisiografías y épocas climáticas son mostrados en el Cuadro 1; mientras en el Cuadro 2 se establecen los coeficientes de Pearson por fisiografía y en el Cuadro 3 por épocas climáticas. En el banco los niveles de PC resultaron deficitarios excepto en la transición sequía-lluvia, período en el cual se obtienen los máximos valores, superiores al 60% de los requerimientos, coincidiendo con González *et al.* (2009), mientras que en las fisiografías de bajío y estero no se reportan deficiencias. En el P se presentaron amplias deficiencias en todas las fisiografías, especialmente en el banco, y solo se cubren las necesidades en el estero durante la transición sequía-lluvia. Similar comportamiento se obtuvo en Ca. Con el K no se obtuvieron deficiencias, especialmente durante el período de entradas de lluvias cuando alcanza un nivel promedio superior al 2%. Del Mg sólo se obtuvo deficiencias en la

Cuadro 1. Dinámica de elementos minerales y proteína cruda de los pastos de sabanas de banco, bajío y estero durante diferentes épocas climáticas.

Variable	Épocas			
	Sequía	TSLL	Lluvia	TLLS
PC (NC: 7%)				
Banco	5,33 Aa	9,89 Ab	6,91 a	6,73 a
Bajío	7,70 Ba	11,04 ABb	8,08 a	7,09 a
Esteros	8,18 Ba	12,81 Bb	7,66 a	6,89 a
P (NC: 0,25%)				
Banco	0,10 Aa	0,14 Ab	0,14 Ab	0,14 Ab
Bajío	0,21 B	0,16 A	0,19 B	0,18 B
Esteros	0,23 B	0,34 B	0,21 B	0,20 B
Ca (NC: 0,30%)				
Banco	0,23 Aa	0,16 Ab	0,15 b	0,17 b
Bajío	0,16 B	0,18 A	0,11	0,18
Esteros	0,16 B	0,31 B	0,12	0,17
K (NC: 0,70%)				
Banco	0,89 Aa	1,74 Ab	1,15 Aa	1,01 Aa
Bajío	1,32 B	2,00 AB	1,67 AB	1,30 B
Esteros	1,49 Ba	2,79 Bb	2,11 Bb	1,60 Ba
Mg (NC: 0,20%)				
Banco	0,24 ab	0,32 b	0,28 b	0,17 a
Bajío	0,22 a	0,34 b	0,22 a	0,18 a
Esteros	0,22 a	0,30 c	0,23 a	0,17 b
Na (NC: 0,06%)				
Banco	0,04	0,03	0,04	0,05
Bajío	0,05	0,04	0,05	0,06
Esteros	0,05	0,04	0,04	0,06
S (NC: 0,1-0,3%)				
Banco	0,11 a	0,16 b	0,12 a	0,09 a
Bajío	0,13 a	0,21 b	0,15 ab	0,10 a
Esteros	0,15 a	0,22 b	0,14 a	0,10 a
Cu (NC: 10 ppm)				
Banco	9,86	9,84	10,18	TLLS
Bajío	13,80	10,19	10,09	
Esteros	13,07	11,30	9,71	
Fe (NC: 30 ppm)				
Banco	749,97	367,90	352,16	321,12
Bajío	1094,55	351,94	555,70	477,95
Esteros	1661,02 a	542,27 b	365,74 b	429,45 b
Zn (NC: 30 ppm)				
Banco	52,55	71,47 A	88,48 A	71,65 A
Bajío	80,58	74,03 A	57,39 AB	56,50 AB
Esteros	62,59 a	46,59 Bb	40,78 Bb	49,41 Bb
Mn (NC: 40 ppm)				
Banco	629,30 Aa	362,57 b	294,99 Ab	368,34 Ab
Bajío	335,09 B	367,25	218,06 A	164,13 B
Esteros	289,60 Ba	274,01 a	119,16 Bb	109,52 Bb
B (ppm)				
Banco	7,23	18,48	7,91	
Bajío	11,81	15,58	6,61	
Esteros	14,39	23,94	5,83	

Notas: TSLL = Transición sequía-lluvia. TLLS = Transición lluvia-sequía. NC = nivel crítico en base a McDowell *et al.* (1997). Letras: mayúsculas difieren en columnas y minúsculas en filas.

Cuadro 2. Correlaciones de Pearson ( $P \leq 0,05^*$  y  $P \leq 0,01^{**}$ ) entre proteína cruda y componentes minerales de pasturas de fisiografías de bancos, bajíos y esterros de sabanas hiperestacionales de Mantecal, estado Apure, Venezuela.

Banco	P	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC
P	1											
K	0,56**	1										
Ca	-0,57**	-0,39**	1									
Mg	0,42*	0,42*	1									
S	0,39*	0,56**	0,42*	1								
Cu		-0,48*	-0,77**	0,57**	1							
Na		-0,77**	-0,59**	0,57**	0,40*	1						
Fe							1					
Zn								0,40*		1		
Mn											1	
PC												1
												-0,33*

Bajío	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC	
P	1											
K		1										
Ca			1									
Mg				1								
S				0,78**	1							
Cu						1						
Na				-0,77**			1					
Fe								1				
Zn								0,51**	1			
Mn									0,47*	1		
PC											1	
												0,55**

Esterro	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC	
P	1											
K		1										
Ca			1									
Mg				1								
S				0,51**	1							
Cu						1						
Na				-0,71**	-0,59**		1					
Fe								1				
Zn								0,37*	1			
Mn								0,38*	0,76**	1		
PC								0,32*	0,68**	0,59**	1	
											1	
												0,44**
												-0,29*

Cuadro 3. Correlaciones de Pearson ( $P \leq 0,05^*$  y  $P \leq 0,01^{**}$ ) entre proteína cruda y componentes minerales de pasturas de sabanas hiperestacionales durante las épocas de lluvias, transición lluvia-sequia, sequía y transición sequía-lluvia en Mantecal, estado Apure, Venezuela.

Lluvia	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC
P	1										
K	0,71**	1									
Ca	-0,45*		1								
Mg				1							
S			-0,56**	0,45*	1						
Cu			0,41*	-0,78**	-0,42*	1					
Na			0,41*	-0,86**	-0,49**	0,91**	1				
Fe				-0,54**		0,45*	0,59**	1			
Zn									1		
Mn									0,49*	1	
PC											1

TLLS	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC
P	1										
K	0,98**	1									
Ca			1								
Mg			0,92**	1							
S					1						
Cu			1,00**	1,00**	1,00**	1					
Na							1				
Fe								1			
Zn									1		
Mn									0,90**	1	
PC					0,74*	0,74*					1

.../... Continua

.../... Continuación Cuadro 3

Sequía	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC
P	1										
K	0,44**	1									
Ca	-0,43**	-0,56**	1								
Mg		0,32*		1							
S					1						
Cu					0,54**	1					
Na				-0,58**		-0,66**	1				
Fe						0,51**		1			
Zn									0,62**	1	
Mn	-0,36**	-0,69**	0,32*							1	
PC	0,86**	-0,40**	-0,40**	0,47**	0,46**						1

TSLL	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Na	Fe	Zn	Mn	PC
P	1										
K		1									
Ca			1								
Mg				1							
S		0,61**		0,51*	1						
Cu				-0,61**	-0,60**	1					
Na				-0,70**	-0,64**	0,80**	1				
Fe						0,47**	0,50**	1			
Zn				-0,48*					1		
Mn		-0,77**		-0,62**						0,71**	1
PC		0,48*				0,49*	0,45*			-0,43*	1

transición lluvia–sequía en todas las fisiografías; contrariamente al Na que solo obtuvo cobertura de sus necesidades durante esta última época señalada.

Así mismo, en S y Cu no se reportaron deficiencias, siendo mayor sus niveles en la época de transición sequía–lluvias en el caso de S; y en Cu durante la sequía. Para los casos de Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos, especialmente durante la sequía, siendo en Fe mayor hacia las fisiografías de bajíos y esteros; mientras que en Zn y Mn hacia los bancos y bajíos. Con B no se pudo ser concluyente sobre su estatus por déficit de observaciones de laboratorio, especialmente en la transición lluvia–sequía, semejantemente para Cu.

Información similar ha sido documentada por varios autores para sabanas venezolanas (Faria, 1983; Rojas *et al.*, 1993; Morillo *et al.*, 1989; Tejos, 1998; Torres *et al.*, 1990; 2003); y en su conjunto refieren una mayor problemática de nutrición mineral para sabanas hiperestacionales por similares tenores bajos de elementos esenciales como PC, P, Ca y Na; ante sabanas estacionales, y a su vez, por mayores niveles de Fe, Mn, Zn y S, los cuales son de reconocida acción antagónica en el metabolismo y utilización animal de importantes elementos minerales para la producción y reproducción (Chicco y Godoy, 1993). Ello como consecuencia de altas disponibilidades de elementos como S, Cu, Fe, Mn y Zn existentes en los suelos (Torres *et al.*, 2011). No obstante, en sabanas hiperestacionales existiría una mayor producción y diversidad en la biomasa aérea.

Así en el Cuadro 2, en el banco PC mostró altos coeficientes de correlación con P (0,46\*\*); K (0,94\*\*) y Mg (0,46\*\*) y negativas correlaciones con Ca (-0,34\*) y Mn (-0,33\*); en el bajío con K (0,62\*\*), Mg (0,54\*\*) y S (0,55\*\*) y en el estero con K (0,57\*\*), Mg (0,44\*\*) y Cu (0,32\*), aun cuando negativa con Na (- 0,29\*). Mientras que en el período de lluvias (Cuadro 3), presentó correlaciones positivas con P (0,42\*); K (0,59\*) y Cu (0,42\*); en transición lluvia–sequía con S (0,74\*) y Cu (0,74\*); en sequía con K (0,86\*\*); Mg (0,47\*\*) y S (0,46\*\*) y negativas con Ca (-0,40\*\*) y Mn (- 0,48\*\*), resaltando que en este período Mn presenta los más altos valores (Cuadro 1). En transición sequía–lluvia se obtuvo correlación positiva con K (0,48\*) y negativa con Zn (- 0,43\*).

Otros antagonismos importantes fueron detectados en el banco (Cuadro 2) de Mn ante P

(-0,39\*); K (- 0,47\*\*) y S (- 0,45\*\*). En el bajío similar comportamiento se presentó con el K ante Zn (- 0,41\*) y Mn (- 0,47\*); y en el estero ante Fe (- 0,38\*) y Zn (-0,33\*); cuando estos dos últimos minerales (Fe y Zn) presentaron sinergismo con Cu (0,34\*) y (0,38\*); e igualmente con Na (0,37\*) y (0,32\*), respectivamente. Así mismo, entre Fe y Zn (0,78\*\*); y entre Fe y Mn (0,68\*\*). Estas relaciones fueron consistentes durante las épocas estudiadas, con excepción en P para la transición sequía–lluvia. El Fe elemento señalado como problema dado su alta disponibilidad, durante la sequía presentó sinergia (Cuadro 3), con S (0,45\*) y Cu (0,40\*); en lluvia con Cu (0,45\*) y Na (0,59\*\*); y durante la transición sequía – lluvia con Cu (0,47\*\*) y Na (0,50\*\*).

El hecho de que los altos niveles de Fe estén asociados a incrementos de S y Cu en la oferta forrajera, puede no ser favorable, ya que el S<sup>2</sup> puede unirse con el Cu liberado durante la digestión en el rumen y formar sulfuro de cobre, el cual es un compuesto inabsorbible. (Suttle, 1991). Del mismo modo, se ha demostrado que el Fe es un elemento antagónico al Cu, (Bremner *et al.*, 1987). Bremner y Young (1981) demostraron que el Fe se une al sulfuro ruminal bloqueando la absorción de Cu. A tal efecto, Chicco y Godoy (2002) al estudiar el contenido mineral en hígado de vacas mestizas Brahman, detectaron una correlación negativa ( $r = - 0,61$ ), entre el nivel de Fe y de Cu, estableciendo una deficiencia condicionada del Cu por la acumulación de Fe.

## CONCLUSIONES

Los valores de PC de las pasturas en los bajíos y esteros no reportan deficiencias y en el banco sólo se cubren las necesidades durante la transición sequía–lluvia.

Fueron establecidas amplias deficiencias en P, Ca y Na; mientras que en K, S, Cu y Mg (sólo deficiente en transición lluvia–sequía) no se reportaron deficiencias. Para Fe, Zn y Mn existieron niveles excesivos.

En diferentes fisiografías PC se correlacionó positivamente con P, K, Mg, S y Cu; y negativamente con Ca, Mn y Zn.

También, en diferentes fisiografías y épocas existió antagonismo de Mn, Zn y Fe ante P, K y S. Mientras

que Fe y Zn presentaron sinergismo con Cu y Na, y así mismo, entre Fe y Zn; y entre Fe y Mn.

Fe elemento de excesiva disponibilidad presentó sinergismo con S y Cu en sequía y en transición sequía-lluvia, y en lluvias con Cu y Na.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Arlington, VA.
- Bremner, I., W. Humphries, M. Phillippo, M. Walker and P. Morrice. 1987. Iron induced copper deficiency in calves: dose-response relationships and interactions with molybdenum and sulfur. *Anim. Prod.* 45: 403 – 414.
- Bremner, I. and B. Young. 1981. Effect of variation in the dietary iron concentration on copper metabolism in rats. *Proceedings of Nutrition Society.* 48: 69<sup>a</sup> (Abstr.)
- Chacón, E., R. Torres y A. Baldizán. 2007. Los recursos agroalimentarios para la producción de carne y leche en los llanos venezolanos. **En:** Simposio Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. Eds. Espinoza y Domínguez. Valle de la Pascua. Guárico. Venezuela. INIA. pp 7 – 45.
- Chicco, C. y S. Godoy. 2002. Nutrición mineral de los bovinos de carne en Venezuela. **En:** XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Eds: Romero, Arango y Salomón. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 135 – 155.
- Chicco, F. y S. Godoy. 1993. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo en los llanos de Venezuela. **En:** Aspectos de Sanidad Animal en Áreas afectadas por Síndrome Parapléjico del Bovino. Boletín N° 2. Programa SPB: MIG, Convenio MAC / PDVSA.
- Chicco, F. y T. Linares. 1992. Avances en el estudio de la caracterización del Síndrome Parapléjico Bovino. **En:** programa de Cooperación Agrícola MAC / PDVSA. Boletín N° 3. FONAIAP. Maracay. Venezuela. (Serie C. N° 31). 92 p.
- Comerma, J. y E. Chacón. 2002. Aptitud de los llanos para los principales usos ganaderos. **En:** XVIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Eds: Romero, Arango y Salomón. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp 193 – 215.
- Faria, J. 1983. Concentración de minerales en el suelo y los pastos nativos del Guárico Oriental. *Zoot. Tropical.* 1(1 y 2): 111 – 128.
- Fiske, C. and Y. Subarrow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66: 375 – 400.
- González, M., R. Aparicio (†), R. Torres e I. Domínguez. 2009. Producción de biomasa, composición química y producción de gas *in vitro* de la vegetación de una sabana estacional modulada. *Zoot. Tropical* 27(4): 407 – 417.
- InfoSTAT. 2007. InfoStat Ver. 2007. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- McDowell, L., J. Velásquez y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Boletín 3<sup>o</sup> Edición. Departamento de Zootecnia, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida, Gainesville, USA. 84 p.
- Morillo, D., L. McDowell, F. Chicco, J. Perdomo, J. Conrad and F. Martín. 1989. Nutritional status of beef cattle in specific regions of Venezuela. *Nutrit. Repor. International.* 39(6): 1247 – 1262.
- Rojas, L., L. McDowell, F. Martín y N. Wilkinson. 1993. Estado mineral de suelo, pasto y ganado de carne en el sureste de Venezuela. Síndrome parapléjico: Una revisión. *Zoot. Tropical* XI(1): 27 – 47.
- Suttle, N. 1991. Interactions between copper, molybdenum and sulphur in ruminant nutrition. *Annu. Rev. Nutrition.* 11: 121 – 140.
- Tejos, R. 1998. Fertilización estratégica de pasturas introducidas. **En:** XIV Cursillo sobre bovinos de carne. Eds.: Plasse, Peña y Romero. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. pp. 143 – 165.
- Torres, R., R. Aparicio (†), M. Pérez, J. Carrasquel, L. Astudillo y C. Marín. 2011. Dinámica de componentes físico químicos en suelos de sabana hiperestacionales de bancos, bajíos y

- esteros de Mantecal, estado Apure, Venezuela.  
**En:** XIX Congreso Venezolano de Ciencias del Suelo. Calabozo, Guárico, Venezuela. (Resumen en extenso) 7 p.
- Torres, R. 2003. Estudio de factores interactuantes sobre la producción primaria y secundaria de sabanas moduladas. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela. 196 p.
- Torres, R., E. Chacón, F. Ovalles, O. Guenni, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003a. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zoot. Tropical*. 21(4): 425 – 448.
- Torres, R., E. Chacón, W. Machado, L. Astudillo, J. Carrasquel y E. García. 2003b Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. II. Composición proteica y de minerales en planta y suelo. *Zoot. Tropical*. 21(4): 449 – 466.
- Torres, R., E. Chacón, E. Capo, E. García, N. Pérez y M. Terán. 1990. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. III. Valor nutritivo del recurso pastura. *Zoot. Tropical*. VIII(1y2): 3 – 16.



## **Selectividad de especies forrajeras por bovinos en pastizales seminaturales del trópico centroamericano: un estudio basado en la observación sistemática del pastoreo**

Fabio Vásquez<sup>1</sup>; Danilo Pezo<sup>2</sup>; Jairo Mora-Delgado<sup>3\*</sup>; Christina Skarpe<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Profesor Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua;

<sup>2</sup>Investigador Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente, CATIE, Costa Rica;

<sup>3</sup>Profesor Asociado, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima, Colombia;

<sup>4</sup>Anteriormente Investigadora, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), actualmente Professor Hedmark University College, Elverum, Norway. \*Correo electrónico: jrmora@ut.edu.co

---

### **RESUMEN**

La selectividad que ejercen bovinos en pastoreo libre sobre las especies forrajeras presentes en pastizales seminaturales fue evaluada en diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en dos tipos de potreros pastoreados por diferentes categorías animales (vacas en producción y secas) que constituyeron los tratamientos, cada uno con seis potreros como repetición. Estos fueron monitoreados en dos franjas altitudinales del paisaje, zonas alta y baja, durante las épocas seca y lluviosa del año 2005. El índice de selectividad (IS) de las especies varió con los tratamientos y épocas. En ambas épocas las gramíneas hicieron un mayor aporte a la dieta, tanto en la zona baja (93,5 y 74,5 % para época húmeda y seca, respectivamente) como en la zona alta (81,6 y 79,2% para época húmeda y seca, respectivamente). Durante la época seca, varias leñosas mostraron IS más altos que las gramíneas y que otras especies herbáceas. La selectividad animal es relativa pues varía de acuerdo con las especies vegetales presentes en las pasturas localizadas en diferentes franjas altitudinales, de los diferentes tratamientos y épocas.

*Palabras clave:* Pastizales, leñosas, gramíneas, rumiantes, composición botánica, preferencias alimentarias.

---

### **Selectivity of forage species by cattle in seminatural grasslands of central american tropics: a study based on systematic monitoring of grazing**

#### **ABSTRACT**

Selectivity of forage species by cattle grazing in seminatural grasslands was evaluated at different hierarchical levels (feeding site and individual species) with two types of pastures grazed by two animal categories (lactating and dry cows), which constituted the treatments, each with six replicates (paddocks). The feeding behavior was monitored in two altitudinal strips of the landscape, the high and low zones, during both the dry and wet seasons of 2005. Selectivity indexes (SI) for individual species varied according to treatment and season. Grasses made the greatest contribution to the diet in both seasons and altitudinal zones. In the low zone grasses represented 93,5 and 74,5 % of the diet during the wet and dry season, respectively; whereas for the high zone corresponding values were 81,6 and 79,2%, respectively. During the dry season several woody perennials showed higher SI than grasses and other herbaceous species. Animal selectivity is a relative index as it is influenced by the seminatural grasslands botanical composition, as influenced by the altitudinal position in the landscape, type of pasture and season.

*Key words:* Pastures, shrubs, grasses, ruminants, botanical composition, forage selectivity.

## INTRODUCCIÓN

En gran parte del trópico, la alimentación de los bovinos se basa principalmente en el pastoreo de extensas áreas de pastizales, en las cuales los animales seleccionan a voluntad su dieta. La selección de la dieta es una tarea compleja para los herbívoros debido a que el animal debe seleccionar de un conjunto de alimentos que difieren en el tiempo y espacio en cuanto a su accesibilidad, valor nutritivo y eventual toxicidad (Duncan *et al.*, 2003).

Los animales en pastoreo siempre manifiestan su habilidad selectiva, tanto para especies como partes de la planta. Los bovinos como herbívoros mayores tienden a seleccionar dietas mixtas de un rango de opciones en oferta, por lo que resulta importante el conocer las preferencias animales en áreas con alta diversidad de plantas. Sin embargo, la selectividad no responde sólo a atributos propios de las especies, sino que también es influenciada por el manejo de pastoreo (Velásquez *et al.*, 2009). Así, las gramíneas tienen una alta preferencia al inicio del pastoreo, pero cuando estas disminuyen, el consumo de arbustos y otras herbáceas tiende a incrementarse (Chávez *et al.*, 2000). Igual sucede en espacios amplios (potreros con baja carga animal) en los cuales los animales, por no tener mucha competencia entre sí, tienen mayor oportunidad de seleccionar sitios según sus necesidades y preferencias (Velásquez, 2005).

La preferencia de los animales por una cierta comunidad de especies está determinada por diferentes factores: diversidad de la pastura (Espinoza y Vergel, 1998; Ospina, 2005), succulencia del forraje y tiempo que gasta un animal en un área determinada del potrero para así obtener la mayor cantidad de nutrientes del sitio (Stuth, 1991) y por las condiciones ambientales que le brinden confort o una combinación de estas con la presencia de especies palatables (Velásquez, 2005).

Los vacunos pueden mantener diferentes patrones de selectividad cuando existe variabilidad botánica en las pasturas (Morris *et al.*, 1999). Conocer este comportamiento, la composición botánica de la pastura y lo que realmente selecciona el animal en pastoreo, es importante para poder elegir alternativas de manejo de los animales y de los pastizales, tales como hacer una mejor asignación en la carga animal, programar la rotación de potreros y la duración del pastoreo (Chávez *et al.*, 2000).

Las técnicas para evaluar la composición botánica de la dieta son de gran ayuda para conocer la importancia de especies vegetales, pero han sido poco empleadas, a pesar de que son una alternativa de interés para superar las dificultades inherentes al registro del consumo por los animales en condiciones de pastoreo (Benezra *et al.*, 2003). El método de observación sistemática directa monitorea el comportamiento alimenticio de animales y permite determinar la composición de la dieta y la selectividad (Perevolotski, 1991; Ash y Corfield, 1998). La finalidad de estos estudios es generar una base conceptual y experimental y desarrollar modelos de simulación que ayuden a la toma de decisiones en el campo práctico de utilización de pasturas, tanto en ambientes relativamente homogéneos como en ambientes heterogéneos (Galli *et al.*, 1996).

En América Central existen pocos trabajos sobre composición botánica y selectividad de especies por herbívoros que pastorean pastizales seminaturales. Entre los pocos disponibles se citan uno sobre selectividad de plantas herbáceas y leñosas (Velásquez, 2005), otro sobre rasgos funcionales de plantas herbáceas y arbustivas (Ospina, 2005) y unos pocos sobre conocimiento local de árboles forrajeros (Casasola, 2001; Zamora *et al.*, 2001; Martínez, 2004).

El objetivo general de este trabajo fue evaluar como varía la selectividad de especies forrajeras consumidas por el ganado bovino en pastoreo libre y sus índices de preferencia en el municipio de Muy Muy (Nicaragua), en relación a dos tipos de paisaje, dos tipos de manejo y en dos épocas del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y descripción de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en el municipio de Muy Muy, departamento de Matagalpa, Nicaragua, localizado entre 12° 40' y 12° 50' de latitud norte y entre 85° 30' y 85° 45' longitud oeste (Figura 1). Este municipio tiene una extensión territorial de 375 km<sup>2</sup> y sus actividades económicas predominantes son la ganadería (80% de área del municipio está en pasturas) y la producción de granos (12% de su extensión). El 8% restante lo constituyen áreas boscosas.

El ecosistema de la región se clasifica como trópico semi-húmedo en transición entre zona seca y zona húmeda. La precipitación anual oscila entre



Figura 1. Mapa del Municipio de Muy Muy, Nicaragua (tomado de Ospina, 2005)

1400 y 1800 mm; la altura sobre el nivel del mar oscila entre 200 y 800 m.s.n.m y la temperatura entre 23 y 25°C (INETER, 2005). La época seca se presenta entre los meses de noviembre a abril y la época lluviosa va de mayo a octubre. Para el estudio se seleccionaron fincas ganaderas localizadas bajo los dos escenarios predominantes del municipio: 1) zona alta del municipio y 2) zona intermedia-baja, cuyas características son descritas en la Cuadro 1.

### Selección de las fincas

Los sitios de muestreo se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes criterios: número de fincas, número de potreros dentro de las fincas y número de sitios dentro de los potreros, los cuales fueron escogidos por su diversidad de especies botánicas, tanto leñosas como herbáceas. De tal forma que se seleccionaron 25 potreros distribuidos en 15 fincas, de estos, 16 estaban ubicados en la zona baja y nueve en la zona alta.

### Tratamientos

Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta potreros pastoreados por dos categorías de animales cada uno de los cuales se consideraron como tratamientos: vacas en producción (CL) que pastorearon los mejores potreros y ganado “horro”

(CH) pastoreando en potreros de menor calidad. Estos tipos de potreros se evaluaron bajo los dos paisajes predominantes del municipio: una zona de altura intermedia-baja, con topografía plana a semi-ondulada que para fines prácticos se denominará Zona Baja y una Zona Alta, esta última con topografía de ondulada a muy quebrada. Las observaciones y registros de datos se realizaron en dos épocas del año: húmeda y seca.

### Animales de la muestra

En todos los tratamientos y en ambas épocas (seca y lluviosa) se efectuaron los muestreos utilizando vacas adultas disponibles en el potrero seleccionadas al azar. Sin embargo, en el caso del tratamiento CH, la observación se realizó con vaquillas próximas al parto, debido a que no se consiguieron suficientes vacas adultas. La observación de las vacas en producción (CL) fue efectuada después del ordeño, cerca de las nueve de la mañana, cuando los animales eran llevados al potrero. El mismo horario se utilizó para el ganado horro (CH), con el fin de evitar posibles errores atribuibles al efecto de la hora del día en que se efectuó el muestreo.

En los 16 potreros de la Zona Baja se evaluaron 115 animales en la época seca y 83 animales en la época lluviosa. En la Zona Alta (nueve potreros),

Cuadro 1. Características de las dos zonas de estudio en Muy Muy, Nicaragua.

Características	Parámetros	Zona Alta	Zona Baja
<b>Biofísicas</b>	Altitud.	360 a 770 msnm	200 a 360 m.s.n.m
	Clima.	2 a 4 meses de sequía	4 a 5 meses de sequía
	Topografía.	Ondulada a muy quebrada.	Plana a semi-ondulada
	Acceso	Peores condiciones de caminos y transporte.	Mejores condiciones. Mayor parte de los caminos con acceso todo el año.
<b>Productivas y sociales</b>	Producción de pasturas en período seco	Presentan problemas moderados.	Problemas de sequía serios en el verano
	Tamaño promedio de las fincas.	22.4 ha	66.5 ha

Fuente: Rognitz, 2004 y Elaboración propia.

en la época seca se evaluaron 48 animales y en la época lluviosa 41 animales. Siempre se evitó repetir las vacas observadas en la evaluación del consumo en pastoreo. Este ganado correspondía a animales provenientes del mestizaje de genes de *Bos indicus* y *Bos taurus*.

### Periodo de acostumbramiento

Antes de iniciar la toma de datos de consumo se permaneció un tiempo prudencial observando de cerca a los animales, para que ellos se acostumbraran a la presencia de los observadores en el potrero y así evitar al máximo posible alteraciones en su rutina de consumo.

### Definición de transectos y escalas espaciales

Para la selección de los transectos se utilizó la metodología de Jansson (2001), la cual consiste en la recolección de datos en dos escalas espaciales: (1) Transecto control, el cual se hace a nivel de potrero y representa una escala grande; este transecto se toma al azar dentro del potrero para inventariar las especies de plantas. (2) Transecto vaca, que representa una escala pequeña y consiste en seguir a la vaca dentro

del sitio donde se está alimentando, además de inventariar las especies presentes en el recorrido, las cuales constituyen las especies disponibles para la alimentación. El área de muestreo para los Transectos Vaca y Control fue de 100 m<sup>2</sup>.

Se inventariaron las especies herbáceas y leñosas en cada uno de los transectos Vaca, en un recorrido de 50 m y a 1 m a cada lado del sendero del animal o de la línea imaginaria sobre la que se desplaza el observador. En potreros con áreas menores a 10 manzanas (7 ha) se muestrearon 5 transectos Vaca y 5 Control y en potreros mayores de 10 manzanas se realizaron 10 transectos Vaca y 10 Control.

Para muestrear, identificar y determinar las proporciones de especies vegetales presentes en los dos tipos de transectos, se utilizó una cruz de madera con dos brazos cortos 0.5 metros (m) cada uno y dos brazos largos de 1 metro cada uno (Velásquez, 2005). Esta cruz se colocaba sobre el transecto con el fin de observar y registrar las plantas que tocaban cada punta de la cruz (Figura 2), obteniéndose cuatro registros por cada 1,5 m lineales de transecto, por lo que en cada transecto (50 m) se observaron 136 puntos.

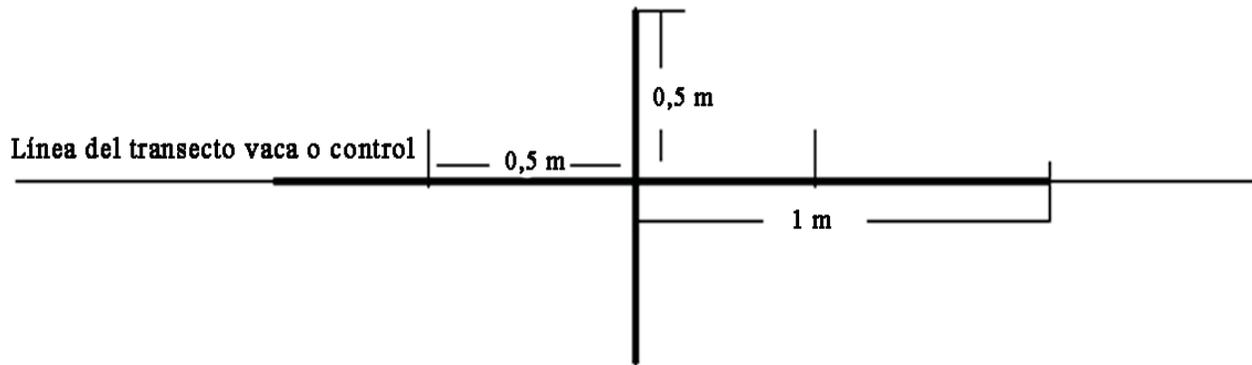


Figura 2. Instrumento para tomar los registros sobre los transectos en potreros.

## VARIABLES EVALUADAS

### Conducta ingestiva del pastoreo

La selectividad de las especies forrajeadas por el animal fue determinada durante el desplazamiento de la vaca sobre un trayecto de 50 m o durante 10 minutos. El inicio y el final de la observación fueron registrados con cronómetro digital; así se determinó el tiempo que la vaca emplea para consumir el forraje dentro del periodo de observación. Para ello se hizo el conteo del número de bocados y con base en este número y tiempo de consumo se estimó la frecuencia de bocados. Con base en estos datos se corrigió el consumo total por cada especie. Cada bocado del animal y cada especie que consumía, fueron registrados usando una grabadora de bolsillo. Mientras se grababan los bocados con sus respectivas especies consumidas, un auxiliar de campo marcaba con una cinta métrica el sendero del animal; que luego fue usado para hacer las determinaciones de presencia de especies en el Transecto Vaca. La frecuencia de especies consumidas se comparó con la frecuencia de especies del Transecto Vaca, para obtener las especies seleccionadas.

### Cálculo del índice de selectividad

Para realizar el cálculo del índice de selectividad se elaboraron Cuadros dinámicas en Excel, con las que se obtuvieron las frecuencias de cada especie del Transecto Vaca y del consumo; posteriormente se realizó una división entre la proporción de especies consumidas y la proporción de especies presentes en

el potrero antes del pastoreo. De acuerdo con el índice encontrado para cada especie de plantas, se adoptó la escala de Stuth (1991) para clasificar las especies en función del índice de selectividad, como: (1) Rechazadas < 0.7, (2); Neutras 0.7–1.3; (3) Preferidas > 1.3 – 2.5 y (4) Altamente Preferidas > 2.5.

### Análisis estadístico

La variable de respuesta fue la selectividad animal a nivel de potrero. El modelo estadístico aplicado fue un arreglo factorial en parcelas divididas, donde la parcela corresponden a la época (húmeda y seca), y la sub-parcela estuvo constituida por el arreglo factorial de tipo de paisaje (zona intermedia y alta) x categoría animal (ganado horro y vacas en producción). Las unidades experimentales fueron los potreros, con los transectos como unidades muestrales. Para evaluar el efecto de la frecuencia de especies y encontrar diferencias entre épocas, tipos de paisaje, categoría animal y tipos de transectos, así como las interacciones entre ellos, se realizó un análisis multivariado con INFOSTAT (2004) y se compararon los valores medios IS mediante el estadístico de prueba  $T^2$  de Hotelling, para verificar la hipótesis  $H_0$ : los valores medios de IS y frecuencia de especies en TV son iguales entre épocas, tipos de paisaje y categoría animal. Para evaluar el efecto de la frecuencia de las especies y encontrar diferencias entre épocas, tipos de paisaje, categoría animal y tipo de transecto y las interacciones entre ellos se realizó un ordenamiento biplot del Análisis de Conglomerados (INFOSTAT, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Selección de forraje en la zona alta y baja del municipio de Muy Muy

En los transectos control, en la zona baja, se realizaron 5280 y 1400 observaciones de especies individuales en los potreros de vacas en producción (CL) y vacas horras (CH), respectivamente. A su vez, en los potreros de vacas en producción de la zona alta se realizaron 3.300 observaciones y 2.200 observaciones en los potreros de vacas horras. En dichas observaciones, se identificó que fueron consumidas por los animales 141 especies en la parte baja y 50 en la parte alta. Solamente 31 especies constituyeron más del 90% de las observaciones en la zona baja y 22 especies representaron más del 80% de las observaciones en la zona alta (Cuadro 2). No se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ) en la frecuencia de especies evaluada en los transectos control, entre zonas, ni entre épocas, ni tratamientos.

Las especies más preferidas y por tanto consumidas en la zona baja, en los diferentes tratamientos y épocas, fueron las herbáceas de hoja angosta, las que tuvieron mayor contribución al consumo con un promedio de 93,5% durante la época lluviosa y de 74,5% durante la época seca. En la zona alta, las especies más consumidas fueron también las herbáceas de hoja angosta, con promedio de 81,6% durante la época lluviosa y de 79,2% durante la época seca (Figura 3). Posiblemente, esto está relacionado con la oferta, ya que como se puede ver en el Cuadro 2, las gramíneas son las especies que presentan una mayor frecuencia en la oferta forrajera, lo que permite inferir que a mayor frecuencia de especies de hoja angosta más contribución en la dieta.

Es notorio que durante la época seca se disminuye la contribución de las herbáceas de hoja angosta e incrementa la contribución de las herbáceas de hoja ancha a la dieta. Esto puede deberse a que algunas herbáceas leguminosas (por Ej. *Acacia cornigera*, *Helicteres guazumifolia* y *Serjania atrolineata*) presentan mayor resistencia a las condiciones de sequía, por lo cual llegan a formar parte de la dieta ante la escasez de gramíneas. Hay que tener presente que la preferencia es relativa, pues depende de las especies presentes, y en el período seco hubo un incremento importante en la presencia de las especies de hoja ancha. Por el contrario, en la zona alta las herbáceas

de hoja ancha hicieron una mayor contribución a la dieta durante la época lluviosa (18,3%).

En estudios previos con pastizales similares Velásquez (2005) observó también que las especies herbáceas de hoja angosta hicieron un mayor aporte a la dieta de los bovinos, siendo los resultados promedios de 83,1%, en la época lluviosa y 70,6% durante la época seca. Tales resultados son los esperados cuando se trabaja con bovinos pastoreando en praderas con dominancia de especies herbáceas de hoja angosta, especialmente gramíneas, como lo evidencian los resultados reportados por Lyons *et al.*, (2000) trabajando en pasturas nativas de zonas subtropicales del sur de los Estados Unidos, donde se encontró que la dieta de los bovinos consistió en 81% de gramíneas, 12% de herbáceas y 7% de forrajes de leñosas.

### Selectividad de especies individuales en la Zona Alta

En la zona baja, el análisis de Hotelling mostró diferencias estadísticas significativas entre épocas ( $P < 0,05$ ) del índice de selectividad (IS); no hubo diferencias en la frecuencia de especies en el Transecto Vaca. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en las dos épocas, pero si existieron diferencias entre los IS del tratamiento CH en la época húmeda y el tratamiento CL en la época seca y entre las dos épocas para CH y CL ( $P < 0,05$ ).

### Especies altamente preferidas por vacas en producción (CL) y ganado horro (CH)

En la época lluviosa, el grupo de vacas en producción (CL) presentó solamente una especie altamente preferida, siendo la herbácea de hoja angosta *Paspalum plicatulum* la que representó el 11% de frecuencia relativa con base en 5.280 observaciones.

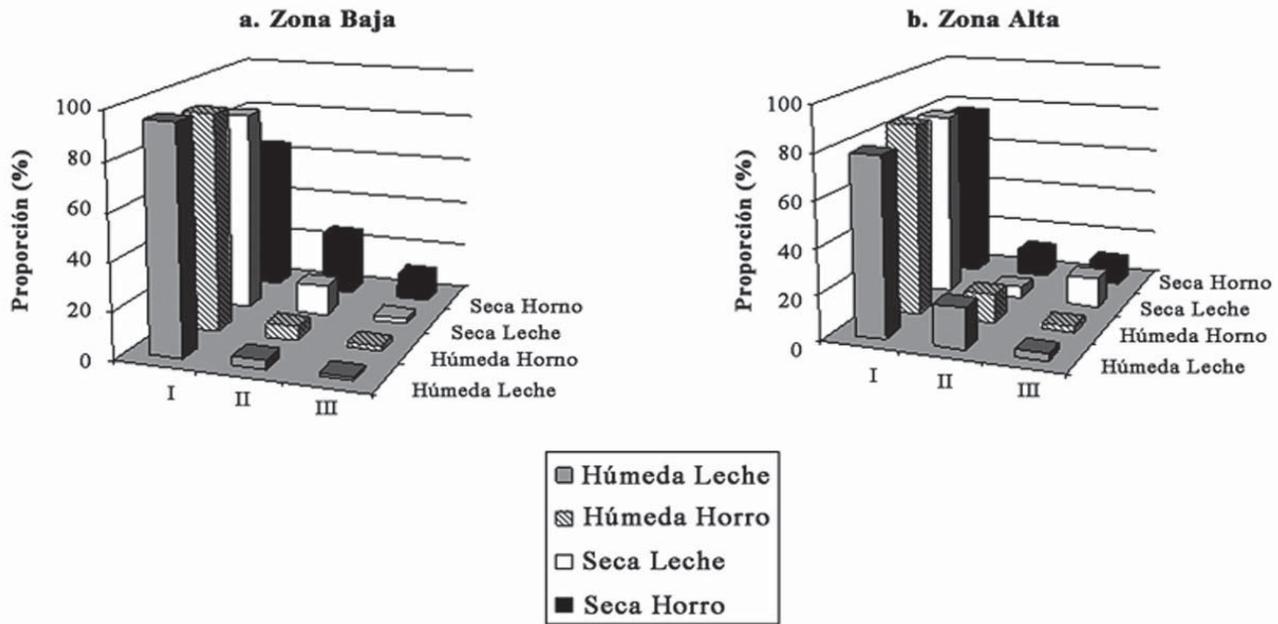
El grupo de las vacas horras, en la época lluviosa, no demostraron tener especies altamente preferidas. Por el contrario, dos años antes se habían reportado en potreros similares tres herbáceas (*Paspalum virgatum*, *Ipomoea hederifolia* y *Achyranthes aspera*) y dos leñosas (*Mimosa* spp) como especies altamente preferidas (Velásquez, 2005).

En la época seca, en el tratamiento leche (CL), se identificaron tres especies altamente preferidas, posiblemente por su considerable presencia en el transecto (T.V.), una herbácea de hoja angosta

Cuadro 2. Frecuencia (%) de las especies más importantes en los transectos control en los potreros pastoreados por vacas en producción y ganado horro en las dos zonas y dos épocas evaluadas en Muy Muy, Nicaragua.

Nombre Científico	Nombre Común	ZONA BAJA				ZONA ALTA			
		Invierno		Verano		Invierno		Verano	
		CL	CH	CL	CH	CL	CH	CL	CH
<i>Paspalum notatum</i>	Jenjibrillo*	21.00	17.40	29.00	14.00				
<i>Rhynchospora nervosa</i>	Estrellita Blanca*	12.00	6.00	2.00	2.00	5.00	3.30	1.70	0.01
<i>Paspalum plicatulum</i>	Cola de Burro*	11.00	5.00	14.20	6.00	0.40	0.60	0.30	0.90
<i>Paspalum conjugatum</i>	Pasto Horqueta*	7.10	8.20	10.40	13.10	36.00	28.50	28.50	37.30
<i>Baltimora recta</i>	Flor Amarilla**	3.20	10.00			3.60	1.90	0.10	
<i>Blechum pyramidatum</i>	Blechum 1**	5.00	6.00	10.00	22.10	5.70	6.70	7.80	10.60
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaragua*	2.00	8.00	3.30	7.00	3.20	5.30	8.20	4.20
<i>Desmodium distortum</i>	Desmodio**	4.40	2.00	3.50	3.00	2.90	5.60	4.20	3.40
<i>Oxalis corniculata</i>	Fructicosa**	4.10	2.30	0.40	0.20				
<i>Paspalum virgatum</i>	Zacatón*	5.00	1.10	8.10	3.30	3.20	4.20	8.80	5.10
<i>Panicum laxumsw</i>	Panicula*	1.30	4.00	1.50	5.00	0.10	6.50		9.90
<i>Scleria melaleuca</i>	Navajuela**	2.00	3.00	1.40	3.00	0.70		0.90	0.30
<i>Oplismenus burmannii</i>	Gramma de Conejo*	0.40	4.00	0.10	0.30	0.80	0.70	0.40	0.20
<i>Sida acuta</i>	Escoba Lisa**	2.00	2.00	0.70	4.00	0.90	2.20	0.80	1.10
<i>Turnera ulmifolia</i>	Aserrada**	3.00	0.40						
<i>Serjania atrolineata</i>	ND**	2.00	1.30	1.10	1.40	0.60	0.10	1.20	0.40
<i>Paspalum convexum</i>	Zacate*	0.10	3.00			0.90		1.90	
<i>Setaria parviflora</i>	Pasto Peludo*	2.00	1.00	0.30	0.60	0.60	1.90	0.90	0.30
<i>Dichanthium aristatum</i>	Angleton*	3.00		0.30	0.30				
<i>Dichanthium sp</i>	Angleton negro*	2.00	1.00	0.10					
<i>Senna sp</i>	Umanda***	0.30	2.30	0.03	2.30				
<i>Selaginella sectata</i>	Coludo**	0.20	2.00						
<i>Dyschoriste quadrangularis</i>	ND***	1.00	1.00	2.00	2.00	0.70	0.50	0.60	2.60
<i>Senna obtusifolia</i>	Pico dePájaro***	1.00	1.00	0.10					
<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona**	1.00	0.40	0.50	1.00	4.30	3.30	0.90	3.00
<i>Mimosa albida</i>	Zarza de Gato**	0.12	0.24	0.02	0.20	2.90		1.10	
<i>Ischaemum ciliare</i>	Ratana**					5.80	3.70	5.20	4.30
<i>Panicum maximum</i>	Asia*					5.00		7.80	0.10
<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto Bermuda*		0.30	0.40	0.50	2.70		2.30	

ND: No determinado; \*Herbáceas de hoja angosta; \*\*Herbáceas de hoja ancha; \*\*\* Leñosas.



**Tipos: I herbáceas de hoja angosta; II: herbáceas de hoja ancha; III Leñosas**

Figura 3. Porcentaje de consumo de diferentes tipos de plantas en dos tratamientos y en dos épocas en las zonas baja y alta de Muy Muy, Nicaragua.

(*P. plicatulum*) con 11% de frecuencia, una de hoja ancha (*Ipomoea hederifolia*) (0,2%) y una leñosa (*Acacia cornigera*) (0,3%), las que representaron el 15% de cobertura en 5.280 observaciones (Cuadro 3, parte a). Cabe resaltar que estos resultados son contrastantes con los reportados por Velásquez (2005), en los cuales, en potreros similares evaluados dos años antes, se reportaron nueve especies altamente preferidas, de las cuales siete eran leñosas. Tal diferencia posiblemente este relacionada con la variabilidad climática que se presenta entre años sucesivos por los fenómenos de El Niño y La Niña, lo cual podría haberse reflejado en una reducción de la oferta forrajera y a una reducción obligada de la carga animal estimada en este trabajo que fue en promedio de 1,08 UA/ha, en los potreros evaluados. Austum (2006) anota que es evidente que los ganaderos están limitados por la disponibilidad de forraje en las épocas de sequía, sin embargo con esta información no es posible argüir si la diferencia en la carga animal ha sido causante de una baja abundancia de especies preferidas.

En el tratamiento “Horro” (CH) se identificó solamente una especie de hoja ancha (*Solanum jamaicense*), la que representó el 0,03% en 1.400 observaciones. Dicha especie solanácea constituye

una fuente de forraje de buena calidad, dado su aporte de proteína (10%) y FDN (49%) lo cual hace que sea una especie palatable por los rumiantes en la época seca (Torres, 2002). Lo anterior difiere de lo reportado por Velásquez *et al.* (2009) en potreros similares pastoreados por ganado horro en los cuales las principales especies consumidas fueron dos especies arbóreas (*Enterolobium cyclocarpum* y *Guazuma ulmifolia*), reconocidas por su capacidad para producir forraje en épocas de sequía prolongada (Casasola, 2001).

Es evidente que en la época seca se incrementan los índices de preferencia en ciertas plantas, dada la menor oferta de especies palatables lo que obliga a los animales a seleccionar las pocas plantas que aun conservan su verdor cuando la mayoría de las gramíneas ya están senescentes. Esto confirma que el índice de selectividad es un atributo relativo, pues está en función de las oportunidades que el animal tiene para seleccionar y de la presencia de ciertos órganos de la planta que responden a cambios fenológicos estacionales. Por ejemplo, los frutos de leguminosas son muy apetecidos por el ganado, pero sólo están disponibles durante la época seca (Velásquez *et al.*, 2009).

### Especies medianamente preferidas por vacas en producción (CL) y ganado horro (CH)

En la época lluviosa, en el tratamiento vacas en producción (CL), se encontraron dos especies preferidas. Estas son herbáceas de hoja angosta (*Paspalum notatum* y *Rhynchospora nervosa*) representando un 33% de las observaciones individuales de un total de 5.280. En el tratamiento horro, durante la época lluviosa, se identificaron cuatro especies preferidas, tres herbáceas de hoja angosta (*Panicum laxum*, *Paspalum notatum* y *Scleria melaleuca*) y una de hoja ancha (*Maranta arundinacea*), las que representan el 25,4 % de 1.400 observaciones.

En cambio, durante la época seca, en el tratamiento CL se encontraron cinco especies clasificadas como medianamente preferidas, tres herbáceas de hoja angosta (*Cynodon dactylon*, *Paspalum notatum* y *P. virgatum*) y dos de hoja ancha (*Bauhinia momandra* y *Serjania atrolineata*), que representaban el 39,8% en 5.280 observaciones. Coincide en parte con lo reportado por Velásquez *et al.* (2009), principalmente por el consumo preferente de las gramíneas (*P. virgatum* y *P. notatum*) y una herbácea de hoja ancha (*Serjania atrolineata*).

En el tratamiento CH se identificaron cuatro especies, de las cuales dos son de hoja angosta (*Paspalum notatum* y *Setaria parviflora*), una de hoja ancha (*Helecteres guazumifolia*) y una leñosa (*A. cornigera*), sumando el 16,2% en 1.400 observaciones (Cuadro 3 parte b).

Tanto en esta categoría de selectividad (medianamente preferidas) como en la anterior (altamente preferidas) es notorio que la preferencia cambia en función de las épocas del año y de la composición botánica del potrero, tal como ha sido reportado en otros estudios (Jansson 2001, Brundin y Karlsson 1999 y Skarpe *et al.*, 2000). Este último estudio reporta que especies de leguminosas leñosas son consumidas durante la época de lluvias pero no durante la época seca, cuando los árboles pierden buena parte del follaje. Dicha afirmación contrasta con lo reportado por Velásquez *et al.* (2009) quienes encontraron que varias de las leguminosas y arbóreas fueron preferidas en la época seca, obviamente mientras no fueran caducifolias.

### Especies neutras para en producción (CL) y horas (CH)

En la época lluviosa en el tratamiento CL, se encontraron cuatro especies de consumo neutro, siendo ellas dos herbáceas de hoja angosta (*S. parviflora* y *P. laxum*) y dos de hoja ancha (*Baltimora recta* y *Tridax procumbens*), que representaban el 6,7% en 5.280 observaciones. En el grupo de vacas horas, se encontraron dos especies de consumo neutro, ambas de hoja angosta (*R. nervosa* y *P. conjugatum*); estas representaban el 14,2% en 1.400 observaciones.

A su vez, en la época seca, en el tratamiento CL se encontraron cinco especies, cuatro de hoja ancha (*Blechum pyramidatum*, *Blechum ssp2* y *Serjania atrolineata*, *Sida acuta*) y una de hoja angosta (*P. laxum*) constituyendo el 14,6% de 5.280 observaciones. En el tratamiento Horro, se encontraron cuatro especies, tres de hoja angosta (*Hyparrhenia rufa*, *P. conjugatum* y *Paspalum plicatulum*) y una de hoja ancha (*B. pyramidatum*), que representaban el 53,2% de 1.400 observaciones (Cuadro 3 parte c).

Cabe anotar, que algunas especies durante la época húmeda cambian de clasificación, pasando de neutras, preferidas y altamente preferidas a rechazadas, posiblemente por pérdida de calidad o por la presencia de otras especies que se hacen más apetecibles en ese período.

### Especies rechazadas por las vacas en producción (CL) y ganado horro (CH)

En la época lluviosa, para el tratamiento CL se encontraron 18 especies rechazadas, entre las que se encuentran 12 de hoja ancha, cinco de hoja angosta y una leñosa, sumando un 17,95% de las 5.280 observaciones. En cambio, en el grupo de vacas horas (CH) el número de especies rechazadas fue de 26, de las cuales 19 son de hoja ancha, cinco son de hoja angosta y dos leñosas, con un 24,2% de 1.400 observaciones. Esto puede estar asociado a que el ganado horro es regularmente asignado a potreros de menor calidad en su composición florística, pues los mejores potreros son asignados a vacas en producción (Ospina, 2005).

En la época seca, en el tratamiento CL se encontraron 21 especies rechazadas, de las cuales diez fueron de hoja ancha, seis de hoja angosta y cinco leñosas, con 19% de cobertura

Cuadro 3. Preferencia de especies por vacas Horras y Lactantes en la zona baja del Municipio de Muy Muy.

Nombre Científico	Época Húmeda						Época Seca					
	CL			CH			CL			CH		
	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)
<b>a. Especies altamente preferidas por vacas en producción y horras (IS&gt;2.5)</b>												
<i>Paspalum plicatulum</i>	2.90	11.0	31.9	-	-	-	6.30	8.4	52.9	-	-	-
<i>Ipomoea hederifolia</i>	0.10	0.7	0.1	-	-	-	4.90	0.1	0.5	-	-	-
<i>Acacia cornigera</i>	0.20	0.3	0.1	-	-	-	3.30	0.4	1.3	-	-	-
<i>Solanum jamaicense</i>	-	-	-	0.03	-	-	-	0.1	-	4.60	0.1	0.6
Porcentaje total	12.0	32.0					9.0	54.7			0.1	0.6
<b>b. Especies medianamente preferidas por vacas en producción y horras (IS 1.3-2.4)</b>												
<i>Acacia cornigera</i>	-	-	-	0.30	-	-	1.70	-	-	2.10	0.80	1.68
<i>Cynodon dactylon</i>	0.10	-	-	-	-	-	-	3.00	5.10	-	0.20	0.00
<i>Helicteres guazumifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.30	0.03	0.04
<i>Bauhinia momandra</i>	0.30	0.05	0.02	-	-	-	2.10	0.02	0.04	-	-	-
<i>Maranta arundinaceae</i>	-	-	-	1.50	0.80	1.20	-	-	-	0.40	-	-
<i>Panicum laxumsw</i>	-	-	-	1.60	3.30	5.28	-	-	-	2.40	6.00	2.40
<i>Paspalum notatum</i>	1.80	29.00	52.20	1.30	26.00	33.80	1.30	17.30	22.49	2.40	5.20	12.48
<i>Paspalum virgatum</i>	0.60	5.00	3.00	-	-	-	1.50	7.00	10.50	-	-	-
<i>Rhynchospora nervosa</i>	1.30	11.40	14.82	-	-	-	0.10	4.00	0.40	-	-	-
<i>Serjania atrolineata</i>	0.10	1.00	0.10	-	-	-	1.70	1.00	1.70	-	-	-
<i>Setaria parviflora</i>	-	-	-	0.60	1.70	1.02	-	-	-	1.30	0.34	0.44
<i>Scleria melaleuca</i>	-	-	-	1.30	1.50	1.95	-	-	-	0.60	3.40	2.04
Porcentaje total	46.55	70.14		33.60	43.25		32.32	40.23		15.97	19.08	

.../... Continua

## .../... Continuación Cuadro 3

c. Especies neutras para vacas en producción y horas (IS: 0.7-1.2)													
<i>Baltimora recta</i>	1.10	2.00	2.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchospora nervosa</i>		-	-	0.70	6.2	4.34	-	-	-	0.03	0.6	0.018	-
<i>Blechnum pyramidatum</i>	0.20	4.00	0.80	0.20	7.5	1.5	10.3	9.27	1.10	1.10	27	29.7	-
<i>Blechnum spp2</i>		-	-	-	-	-	1.2	1.44	-	-	-	-	-
<i>Hyparrhenia rufa</i>		-	-	0.50	3.5	1.75	-	-	0.70	0.70	4.4	3.08	-
<i>Paspalum conjugatum</i>		3.00	0.00	0.70	9.5	6.65	-	-	0.70	0.70	19.4	13.58	-
<i>Setaria parviflora</i>	0.80	2.00	1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Panicum laxumsw</i>	0.80	1.00	0.80	-	-	-	1.4	1.12	-	-	-	-	-
<i>Serjania spp</i>		-	-	-	-	-	0.1	0.11	-	-	-	-	-
<i>Sida acuta</i>	0.20	0.70	0.14	-	-	-	1	0.7	-	-	-	-	-
<i>Tridax procumbens</i>	0.80	0.03	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum plicatulum</i>		-	-	0.60	6	3.6	-	-	1.10	1.10	2.4	2.64	-
Porcentaje total		12.73	5.56		32.7	17.84	14	12.64			53.8	49.02	

TV: Frecuencia en Transecto Vacca; C: Frecuencia de consumo.

en 5.280 observaciones. En cambio, en el tratamiento CH, se encontraron 18 especies, de las cuales 13 son de hoja ancha, tres de hoja angosta y dos leñosas, con un 26,1% de cobertura en 1.400 observaciones.

Es probable, que el mayor número de especies rechazadas en el tratamiento CH durante la época seca, se deba a una pérdida de calidad de algunas especies, las cuales eran más palatables en la época lluviosa, y a la mayor capacidad de producir biomasa, o que en esta época se identificaron especies no encontradas en el período de lluvias en la composición botánica del potrero. Con respecto a la primera posibilidad Gutiérrez (1996) y Sosa *et al.* (2004) afirmaron que en la época húmeda las plantas presentan un valor nutricional aceptable, en cambio, en la época seca pierden su calidad nutritiva como consecuencia de la acumulación de material senescente, el cual se caracteriza por mayores contenidos de fibra y lignina que inciden negativamente en la digestibilidad.

#### **Selectividad de especies individuales en la Zona Alta**

En la zona alta no se detectaron diferencias significativas en IS y en la frecuencia de especies en el Transecto vaca debidas a la época y los tratamientos.

#### **Especies altamente preferidas por vacas en producción (CL) y horras (CH)**

En el grupo de vacas en producción (CL) se encontraron tres especies altamente preferidas en la época lluviosa; estas son dos herbáceas de hoja angosta (*Hyparrhenia ruffa* y *Cynodon dactylon*) y una herbácea de hoja ancha (*Ipomoea hederifolia*), que representan el 6,2% de un total de 3.300 observaciones. En el grupo de las vacas horras, se encontró una especie altamente preferida correspondiente a una herbácea de hoja angosta (*H. ruffa*), que representó el 5,3% de cobertura en 2.112 observaciones.

Mientras que en la época seca, en el tratamiento CL, se identificaron tres especies de las cuales fueron dos herbáceas de hoja angosta (*H. ruffa* y *Ischaemum ciliare*) y una leñosa (*Guazuma ulmifolia*), que representaron el 13,5% en 3.300 observaciones. En cambio, siete especies fueron muy preferidas en el tratamiento "Horro": tres son herbáceas de hoja angosta (*Paspalum plicatum*,

*Setaria parviflora* y *Paspalum virgatum*), dos herbáceas de hoja ancha (*I. hederifolia* y *Blechnum2 sp*), y dos leñosas (*Acacia cornigera* y *Calea urticifolia*) (Cuadro 4 parte a). Cabe anotar que con frecuencia *Paspalum virgatum* considerada una maleza, la cual solamente es consumida por equinos o por bovinos cuando está en estadio vegetativo (Velásquez *et al.*, 2009)

#### **Especies medianamente preferidas por las vacas en producción (CL) y horras (CH)**

En la época húmeda, en el tratamiento CL se encontraron seis especies, de las cuales cuatro son herbáceas de hoja angosta (*Paspalum conjugatum*, *Paspalum virgatum*, *Panicum maximum* y la "Semilla de San Pedro" que se identificó como *SNC-1*), y dos herbáceas de hoja ancha (*Ipomoea batatas* y *Byttneria aculeata*), que forman el 45,7% en 3.300 observaciones. Entre las especies preferidas por el ganado horro se encontró una herbácea de hoja ancha ("Orozul" identificado como *SNC-14*), que representó el 6,3% de cobertura de 2.112 observaciones.

En la época seca, en el tratamiento leche, se cuantificaron tres especies en las que se encontraron dos herbáceas de hoja angosta (*P. virgatum* y *P. maximum*), y una herbácea de hoja ancha (*B. aculeata*), con un porcentaje de cobertura de 15,9 en 3.300 observaciones. En cambio, en la época seca, se encontraron tres especies, siendo dos herbáceas de hoja ancha (Orozul *SNC-149* y *-Agerantum conyzoides*) y una herbácea de hoja angosta (*Cyperus articulata*), dando un 0,8% de cobertura en 2.112 observaciones (Cuadro 4 b).

#### **Especies neutras para las vacas en producción (CL) y horras (CH)**

En la época lluviosa se detectaron tres especies neutras en las vacas en producción, de las cuales dos son herbáceas de hoja angosta y una de hoja ancha, que representaron el 11,8% en 3.300 observaciones. En el grupo de vacas horras se encontró una especie herbácea de hoja angosta que representó el 1,4% de cobertura en 2.112 observaciones.

Mientras que en la época seca, en el tratamiento leche, se encontraron dos especies herbáceas de hoja ancha con un porcentaje de cobertura de 0,11% en 3.300 observaciones. En cambio, en los potreros

Cuadro 4. Preferencia de especies por vacas en producción y Horras en la zona alta de Muy Muy.

Nombre Científico	Época Húmeda						Época Seca						
	CL			CH			CL			CH			
	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)	IS	T.V (%)	C (%)	
a. Especies altamente preferidas por vacas horras y lactantes (IS>2.5).													
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	-	-	-	-	18.2	0.4	7.28	-	0.1	-	
<i>Hyparrhenia ruffa</i>	2.6	3.5	9.1	2.6	3	7.8	2.6	4.4	11.44	2.4	3	7.2	
<i>Cynodon dactylon</i>	8	0.2	1.6	-	-	-	1.9	3.7	7.03	-	-	-	
<i>Ipomoea hederifolia</i>	2.7	3.4	9.18	0.2	0.6	0.12	0.2	0.9	0.18	6.7	0.1	0.67	
<i>Ischaemum ciliare</i>	1.4	4.1	5.74	-	-	-	2.5	1.4	3.5	-	-	-	
<i>Blechnum2 sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	5.9	1.8	10.62	
<i>Paspalum plicatulum</i>	-	-	-	0.01	0.3	0.003	-	-	-	5.6	0.5	2.8	
<i>Paspalum virgatum</i>	-	-	-	1.1	1.8	1.98	-	-	-	4.5	5	22.5	
<i>Acacia cornigera</i>	-	-	-	0.01	0.4	0.004	-	-	-	4.2	0.4	1.68	
<i>Setaria parviflora</i>	-	-	-	1.8	5.8	10.44	-	-	-	3.2	2	6.4	
<i>Calea urticifolia</i>	-	-	-	0.4	0.6	0.24	-	-	-	2.5	0.7	1.75	
Porcentaje total	11.2						12.5						13.6
b. Especies medianamente preferidas por vacas horras y lactantes (IS:1.3 - 2.4).													
<i>Paspalum conjugatum</i>	2.4	28.6	68.64	-	-	-	1	40.7	40.7	-	-	-	
<i>Paspalum virgatum</i>	2.4	3.2	7.68	-	-	-	1.4	6.4	8.96	-	-	-	
<i>Byttneria aculeata</i>	1.8	0.04	0.072	-	-	-	1.3	0.3	0.39	-	-	-	
<i>Panicum maximum</i>	1.8	4.5	8.1	-	-	-	1.9	7.1	13.49	-	-	-	
<i>Ipomoea batatas</i>	1.8	1.1	1.98	-	-	-	0.5	0.8	0.4	-	0.1	-	
<i>SNC-13</i>	1.6	0.8	1.28	-	-	-	0.8	0.6	0.48	-	-	-	
<i>SNC-14</i>	-	-	-	1.9	4.03	7.657	-	-	-	1.7	0.3	0.51	
<i>Agerantum conyzoides</i>	-	0.08	-	1.2	0.7	0.84	-	0.07	0	2.2	0.4	0.88	
<i>Cyperus articulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	0.6	1.14	
Porcentaje total	38.32						47.3						56

c. Especies neutras para vacas horras y lactantes (IS:0.7 - 1.2).

.../... Continua

.../... Continuación Cuadro 3

<i>Cyperus rotundus</i>	1.2	0.5	0.6	1.1	0.07	0.077	0.1	2.1	0.21	0.01	1.3	0.013
<i>Rhynchospora nervosa</i>	0.8	6.4	5.12	0.4	4.07	1.628	0.6	0.6	0.36	1	0.6	0.6
<i>Blechnum pyramidatum</i>	0.7	6.9	4.83	0.2	9.6	1.92	0.6	9.5	5.7	0.9	11.6	10.44
<i>Gonolobus barbatus</i>	0.4	0.07	0.028	-	-	-	0.7	0.05	0.035	-	-	-
<i>Ligodium venestum</i>	-	-	-	-	-	-	0.7	0.5	0.35	-	-	-
<i>Ischaemum ciliare</i>	-	-	-	-	5.08	-	-	-	-	0.7	4.5	3.15
<i>Paspalum conjugatum</i>	-	-	-	0.4	46	18.4	-	-	-	1	45.5	45.5
SNC-9	-	0.4	-	-	0.07	-	-	0.06	-	1.2	0.2	0.24
Porcentaje total		14.27			64.9			12.8			63.7	

SNC: especie no clasificada; TV: Frecuencia en Transecto Vaca; C: Frecuencia de consumo.

con ganado horro se identificaron cuatro especies, entre las que se encuentran dos herbáceas de hoja angosta y dos herbáceas de hoja ancha, con el 52,4% de cobertura en 2.112 observaciones (Cuadro 4 c).

### Especies rechazadas por las en producción (CL) y horras (CH)

En la época lluviosa para las vacas en producción se encontraron 11 especies rechazadas, entre las que se encuentran siete herbáceas de hoja ancha, tres herbáceas de hoja angosta y una leñosa, con un 16,0% de cobertura en 3.300 observaciones. En el grupo de vacas horras se identificaron cuatro especies rechazadas, de las cuales tres son herbáceas de hoja ancha y una herbácea de hoja angosta, con un 17,4% de cobertura en 2.112 observaciones.

Mientras que en la época seca se identificaron 23 especies rechazadas en el tratamiento leche, de las que 13 son herbáceas de hoja ancha, ocho herbáceas de hoja angosta y dos leñosas, con un 16% de cobertura en 3.300 observaciones. En cambio, en el tratamiento horro, se encontraron 13 especies rechazadas; nueve son herbáceas de hoja ancha, tres de hoja angosta y una leñosa, con un 11,6% de cobertura en 2.112 observaciones

### Grado de asociación de las especies con los tratamientos de las zona Alta y Baja del municipio de Muy Muy

La Figura 4 muestra el ordenamiento biplot del Análisis de Componentes Principales (ACP) que expresa el grado de asociación de las especies con los tratamientos en ambas épocas. Con estos dos ejes (CP1 y CP2) se explica el 40% de la variabilidad total en las observaciones. Como se puede observar en el primer componente (CP1), el tratamiento leche verano de la zona alta (LVZA) se encuentra asociado a una especie herbácea de hoja angosta (*Ischaemum ciliare*) y en el segundo componente (CP2) en época lluviosa este tratamiento esta relacionado con cuatro especies, dos herbáceas de hoja angosta (*Cynodon dactylon* y *Paspalum conjugatum*) y dos herbáceas de hoja ancha (*Ipomoea batatas* y *Byttneria aculeata*).

En el tratamiento leche verano de la zona baja (LVZB) está asociada a cuatro especies: tres herbáceas de hoja ancha (*Ipomoea hederifolia*, *Serjania atrolineata* y *Sida acuta*) y una herbácea de hoja angosta (*Dichantium aristatum*). Mientras que en el segundo componente (CP2) este mismo tratamiento en la época lluviosa se encuentra asociado a dos especies herbáceas de hoja ancha (*Triumfeta lupula* y *Hyptissuaverlens*). En el segundo componente se muestra que el tratamiento horro de la zona alta (HVZA) en la época seca se encuentra asociado a seis

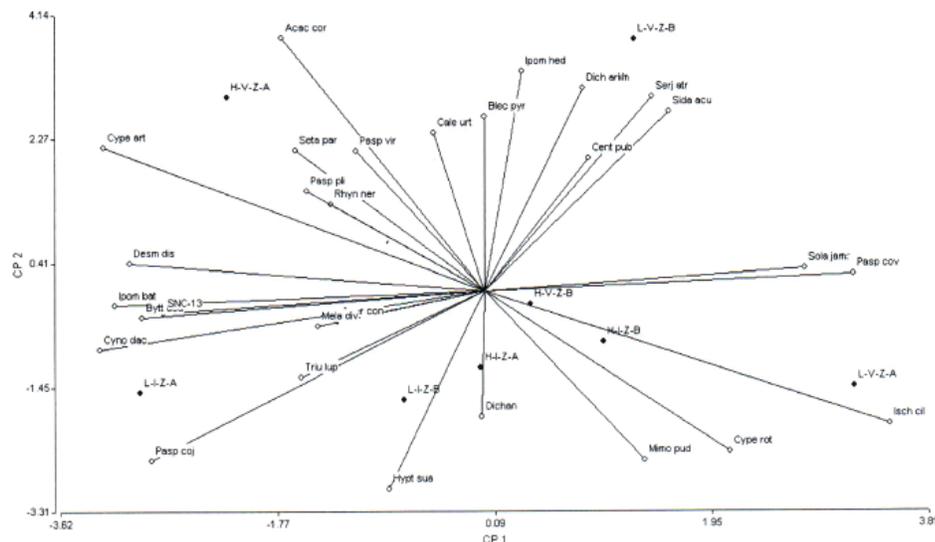


Figura 4. Ordenamiento biplot del grado de asociación de las especies en los tratamientos (CL y CH) en la época seca y lluviosa en la zona alta y baja de Muy Muy, Nicaragua

especies: cinco herbáceas de hoja angosta (*Paspalum virgatum*, *Paspalum plicatillum*, *Setaria parviflora*, *Rhynchospora nervosa* y *Cyperus articulatus*) y una herbácea de hoja ancha (*Acacia cornigera*); en tanto en la época lluviosa, el tratamiento (HIZA) se encontró asociado a una especie herbácea de hoja angosta (*Dichantium* sp).

En el tratamiento horro en la época seca de la zona baja (HVZB), no se encuentra asociado a ninguna especie; en tanto que en la época lluviosa se encuentra asociado a dos especies: una de hoja ancha y otra de hoja angosta (*Mimosa pudica* y *Cyperus rotundus*).

Las vacas en producción en general presentan mayores diferencias en selectividad que las vacas horras, lo cual se atribuye a la mayor disponibilidad y calidad de las plantas presentes en las áreas asignadas para el pastoreo de vacas lactantes (Pineda *et al.*, 2009).

La composición botánica afecta la selección de la dieta de los herbívoros (Espinoza y Vergel, 1998); esto es más evidente en pastizales seminaturales donde la vegetación herbácea y arbustiva es diversa y abundante (Velásquez *et al.*, 2009). Al respecto, Ospina (2005) caracterizó 185 especies herbáceas y arbustivas pertenecientes a 47 familias y 119 géneros en el municipio Muy Muy (Nicaragua), de las cuales el 72% eran especies nativas. Esto permite afirmar que bajo este escenario el consumo animal de plantas puede ser muy variable a través de los periodos de pastoreo (Chávez *et al.*, 2000) o que la selectividad de especies varía según la época del año (Velásquez, 2005) y de las modificaciones del ambiente físico y de las variaciones de la especie animal, tales como las características morfofisiológicas, el comportamiento social y de pastoreo y la experiencia previa, factores que puede hacer variar el comportamiento ingestivo (Rutter *et al.*, 2001; Shipley, 1999).

### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se confirma que la selectividad de especies ejercida por los animales en pastoreo varía en función de la época del año, de la composición botánica del potrero y del manejo que realizan los productores. En general, se observó que los productores asignan a las vacas en producción las mejores áreas de pastoreo en términos de presencia de especies apetecibles, acceso y disponibilidad de pasturas.

En ambas épocas las vacas en producción (CL) fueron más selectivas que las vacas horas (CH), pero tanto en estas como en el ganado horro las especies altamente seleccionadas y medianamente preferidas hicieron el mayor aporte a la dieta de los animales en pastoreo, independientemente de la época del año.

Las especies que más aportaron a la dieta de los animales fueron las herbáceas de hoja angosta, ya que fueron plantas con mayor presencia en los potreros. Algunas especies herbáceas de hoja ancha cobran importancia en la época seca, aunque las especies más apetecidas durante la época seca fueron las leñosas, debido a que la mayoría de ellas mantienen hojas verdes de buena calidad durante todo el año. Además, algunas leñosas presentan frutos en la estación seca, los que son muy apetecidos por los animales.

### LITERATURA CITADA

- Ash, A. J. and J. P., Corfield 1998. Influence of pasture condition on plant selection patterns by cattle: its implications for vegetation change in a monsoon tallgrass rangeland. *Tropical Grasslands* 32: 178-187.
- Aastum, M. I. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Master Thesis in Natural Resource Management, Department of Biology, Trondheim. Norwegian University of Science and Technology. 43 p.
- Benezra, M., G. Ceconello y F. Camacho, 2003. Selección de especies leñosas en un bosque seco tropical por vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Zootecnia Tropical* 21 (1): 73-85.
- Brundin, J. and P. Karhson 1999. Browse and browsers in south-western Kalahan. Swedish University of Agricultural Sciences. Upsala. Sweden. 35 p. (Minor field studies No. 73).
- Casola, F. 2001. Productividad de los sistemas silvopastoriles en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 95p.
- Chávez A., A. Pérez. y E. Sánchez. 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante

- la sequía. *Revista Técnica Pecuaria (México)*. 38(1): 19-34.
- Duncan, J. A., C. Ginane, I. J. Gordon and E. R. Orskov, 2003. Why do herbivores select mixed diets?. In: L.'t Mannelje; L. Ramirez-Aviles; C. Sandoval-Castro; J.C. Ku-Vera (Eds.). *Matching herbivore nutrition to ecosystems biodiversity. VI International Symposium on the nutrition of Herbivores*. Mérida, México. pp 195-212.
- Espinoza, F. y J. Vergel 1998. Efecto de la época sobre la selectividad de gramíneas y leguminosas por bovinos en pastoreo. *Pasturas Tropicales* 20 (2): 24-28.
- Galli, J. R., C. A. Cangiano y H. H. Fernández 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal* 16 (2): 119-142.
- Gutiérrez, M. A. 1996. *Pastos y forrajes de Guatemala, su manejo y utilización. Base de la producción animal*. Editorial E y G, Guatemala, 118 p.
- INETER Instituto Nicaragüense de Meteorología. 2005. *Meteorología en Nicaragua*. Disponible en línea: noviembre 04, 2005. <http://www.ineter.gob.ni/>
- Infostat (2004). *Infostat, versión 1.1. Manual del usuario*. Grupo Infostat FCA, Universidad Nacional de Córdoba. 1ra Ed. Brujas, Argentina. 334 p.
- Jansson, I. 2001. Hierarchical summer browsing by goats in the dry savanna of south-western Botswana. *Minor Field Studies* No. 165. Swedish University. Uppsala, Sweden. 28 p.
- Lyons, R., T. Forbes and R. Machen. 2000. *What range herbivores eat and why?* Texas Agricultural Extension Service; Texas (USA) 11p.
- Martínez, J. 2004. *Conocimiento local de productores sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del Río Bul Bul en Matiguás, Nicaragua*. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba, CR. 158 p.
- Morris, C. D., J. F. Derry and M. B. Hardy. 1999. Effect of cattle and sheep grazing on the structure of Highland Sourveld swards in South Africa. *Tropical Grasslands* 33: 111-121.
- Ospina, S. 2005. *Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua*. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- Perevolotsky, A. 1991. Factors affecting diet preference of goats grazing on dry Mediterranean scrubland in Israel. In *Temperate and Mediterranean Silvopastoral Systems of Western Europe*. Versailles, INRA. pp 103-110.
- Pineda, N., E. Pérez y F. Vásquez, 2009. *Evaluación de la selectividad animal de plantas herbáceas y leñosas forrajeras en dos épocas en la zona alta del municipio de Muy Muy, Nicaragua*. *Agroforestería en las Américas*. No 47. pp 46-50.
- Pirela, M. 2005. *Valor Nutritivo de los Pastos Tropicales*. En: *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Venezuela. pp 177-182.
- Rugnitz, M. 2004. *Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua*. Tesis Mag sc, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 119 p.
- Rutter, S. M., R. Nuthall, R. A. Champion, R. J. Orr and A. J. Rook. 2001. Preference for grass and clover by dairy cattle: is free choice important? In: *Proceedings of the 35th International Conference of the International Society for Applied Ethology*, Davis CA, USA, 4-8 August 2001, 148 p.
- Skarpe, C., R. Bergstrom, A. L. Braten and K. Danell. 2000. Browsing in a heterogeneous savanna. *Ecography* 23: 632-640.
- Shiple, L. A. 1999. Grazers and browsers: How digestive morphology affects diet selection. In *"Grazing behavior of Livestock and Wildlife"*. University of Idaho. 8p. Consultado en [noviembre 04, 2009]. Disponible en línea: <http://www.cnrhome.uidaho.edu/default.aspx?pid=74871>.
- Sosa, E. E., D. Pérez, L. Ortega y G. Zapata. 2004. *Evaluación del potencial forrajero de árboles*

- y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria (México)* 42(2): 129-144.
- Stuth, J. W. 1991. Foraging Behavior. In *Grazing management an ecological perspective*. Eds. R. K. Heitschmidt y J. W. Stuth. Timber Press, Oregon. pp. 65-83
- Torres, M. I. 2002. Identificación botánica y caracterización bromatológica de las especies arbóreas y arbustivas locales reportadas como forrajeras por los productores de los municipios de Mesetas, Vistahermosa, Lejanías y Puerto Rico, Meta. Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo Especial La Macarena. CORMACARENA. 150 p.
- Velásquez, R. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de dos épocas, manejo y condición de paisajes en Muy Muy, Nicaragua. Tesis de M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Velásquez, R., D. Pezo, C. Skarpe, M. Ibrahim, J. Mora y T. Benjamin. 2009. Selectividad animal de especies herbáceas y leñosas en pasturas seminaturales de Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. No. 49. pp 51-60.
- Zamora, S., J. García, G. Bonilla, H. Aguilar, C. Harvey y M. Ibrahim. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* Vol 8 (31): 31-38.

## Parasitic interactions between *nosema* spp. and *varroa destructor* in *apis mellifera* colonies

Fernando Mariani<sup>1</sup>, Matias Maggi<sup>\* 2,3</sup>, Martin Porrini<sup>2,3</sup>, Sandra Fuselli<sup>2,4</sup>, Gustavo Caraballo<sup>5</sup>, Constanza Brasesco<sup>2</sup>, Carlos Barrios<sup>6</sup>, Judith Principal<sup>6</sup>, Eguaras Martin<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Consultor Apícola. Victoria. Entre Ríos. Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Artrópodos. Funes, 3350. 7600. Mar del Plata. Argentina. Email: biomaggi@gmail.com

<sup>3</sup>CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Rivadavia, 1917. C1033AJ Buenos Aires. Argentina.

<sup>4</sup>Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Calle 526 e/10 y 11. 1900. La Plata, Argentina.

<sup>5</sup>Gobierno de Entre Ríos. Jefe Programa Apicultura. Entre Ríos. Argentina.

<sup>6</sup>Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Decanato de Ciencias Veterinarias. Estación de Apicultura. Lara, Venezuela.

---

### ABSTRACT

The European honey bee *Apis mellifera* is affected by many parasites and pathogens that modify its immune system being the most destructive ectoparasitic mite *Varroa destructor*. The parasitic disease caused by this mite results in high mortality levels in honeybee colonies without acaricide treatment. In addition, the microsporidium *Nosema apis* and *Nosema ceranae* produce serious damages to the colonies. Taking into account that the sporulation dynamics of the microsporidium can be affected by several factors the objective of this investigation was to analyze if there are parasitic interactions between *V. destructor* and *Nosema* spp. when both parasites co-infect *A. mellifera* colonies. Studies were carried out in an apiary in the Entre Ríos province, Argentina. The apiary was sampled for a 10 month period. Parameters recorded per hive in field examination were: (a) adult bee population (estimated as number of combs covered with adult bees); (b) brood area (estimated as number of combs covered by at least a 50 % of brood cells); (c) number of honey combs; (d) the *V. destructor* presence (a colony was considered parasitized by *V. destructor* when phoretic mite infestation was higher than 1 %) and (e) number of *Nosema* spp. spores (parasite abundance). Abundance of *Nosema* (AN<sub>ij</sub>) per colony was analyzed using the mixed general additive model (GAM) with variable intercept. The final data modeling confirmed that *Nosema* abundance is explained by the time and by the interaction between the month and the *V. destructor* infestation. Possible causes explaining this ecological relationship between *V. destructor* and *Nosema* spp. populations were discussed.

*Key Words:* Parasite interactions; *Varroa destructor*; *Nosema*; *Apis mellifera*

---

### Interacciones parasíticas entre *Nosema* spp y *Varroa Destructor* en Colonias de *Apis Mellifera*

#### RESUMEN

La abeja Europea *Apis mellifera* es afectada por muchos parásitos y patógenos que modifican su sistema inmune siendo el más destructivo el ácaro ectoparasítico *Varroa destructor*. La enfermedad parasitaria causada por este ácaro resulta en altos niveles de mortalidad en colonias de abejas melíferas sin tratamiento acaricida. Adicionalmente, los microsporidium *Nosema apis* y *Nosema ceranae* producen serios daños a las colonias. Tomando en consideración que la esporulación dinámica del microsporidium puede ser afectada por diversos factores, el objetivo de esta investigación fue analizar si existe interacción parasítica entre *V. destructor* y *Nosema*

spp., cuando ambos parásitos co-infectan las colonias de *A. mellifera*. Los estudios fueron realizados en un apiario de la Provincia de Entre Ríos, Argentina. El apiario fue muestreado en un periodo de 10 meses. Durante cada revisión en campo, los siguientes parámetros por colonia fueron registrados: (a) población adulta de abejas (estimada como el número de panales cubiertos con abejas adultas); (b) área de cría (estimada como el número de panales cubiertos con al menos el 50% de celdas de cría); (c) número de panales de miel; (d) presencia de *Varroa destructor* (una colonia fue considerada parasitada por *Varroa destructor* cuando la infestación de ácaros foréticos era mayor del 1%) y el número de esporas de *Nosema* spp. (abundancia de parásitos). La abundancia de *Nosema* ( $AN_{ij}$ ) por colonia fue analizada usando el Modelo estadístico Mixed General Additive model (GAM) con intercepto variable. Los datos finales modelados confirmaron que la abundancia de *Nosema* es explicada por el tiempo y por la interacción entre el mes y la infestación de *V. destructor*. Posibles causas que podrían explicar esta relación ecológica entre las poblaciones de *V. destructor* and *Nosema* spp. fueron estudiadas.

*Palabras clave:* interacciones de parásitos, *Varroa destructor*, *Nosema*, *Apis mellifera*

## INTRODUCTION

The European honey bee *Apis mellifera* is affected by many parasites and pathogens that modify its immune system (Gregory *et al.*, 2005; Evans *et al.*, 2006; Antúnez *et al.*, 2009). From all of them, the most destructive is the ectoparasitic mite *Varroa destructor*. Parasitosis caused by the mite results in high mortality levels in honeybee colonies without acaricide treatment (Murilhas, 2002). *Varroa destructor* feeds on the haemolymph of its host producing haemocytes and protein content reduction (Tewarson, 1983; Smirnov, 1978), which leads to a decrease of the immune response of the parasited bees (Weinberg and Madel, 1985; Garedew *et al.*, 2004, Gregory *et al.*, 2005).

Microsporidia were classified as fungi highly specialized, adapted to parasitism (Sina *et al.*, 2005). Among them, *Nosema apis* and *Nosema ceranae* constitute the etiological agent of the nosemosis, a disease affecting the *A. mellifera* intestinal epithelium, causing serious damages to colonies (Fries *et al.*, 1984; Higes *et al.*, 2008). The sporulation dynamics of the microsporidium can be affected by environmental factors such as temperature and rainfalls (Dyess and Wilson, 1978), or by the apiary management system (Bailey and Ball, 1991). Besides, microsporidia reproduction is helped by hemocyte destruction (Gilliam and Shimanuki, 1967) and by the catabolism acceleration of bee fats (Cornejo and Rossi, 1974). There are few previous studies analyzing if the parasitism caused by the *V. destructor* mite in bee colonies is connected by nosemosis development. Orantes Bermejo and García Fernández (1997) had tested the hypothesis that *N. apis* breeding is helped by the bee stress caused by

the *V. destructor* parasitism. However, these authors could not confirm parasite interactions between both species and state that climate conditions under which they conducted studies may have influenced their results. This was also postulated by Bailey and Ball (1991). Other studies suggested that recent colony losses observed in Europe and the United States may be due to synergist effects between *N. ceranae* and *V. destructor* (Anderson and East, 2008; Cox-Foster *et al.*, 2007; Higes *et al.*, 2008; Ribiere *et al.*, 2008), but those observations are not entirely proved.

Gregory *et al.* (2005) showed that *V. destructor* causes the immunosuppression of the parasited bee decreasing the production of antimicrobial peptides like abaecin and defensin. Indeed it has been studied that these peptides participate in the inmuno-defense of the bees against *N. ceranae* and *N. apis* infections (Antúnez *et al.*, 2009). These authors observed that only *N. ceranae* was able to immunosuppress the bee and they tested the hypothesis that this phenomena could explain the greater pathogen virulence compared with its nonspecific organism. Few previous studies were found on this subject, consequently, the aim of this work was to analyze if there were parasite interactions between *V. destructor* and *Nosema* spp. when both parasites co-infected *A. mellifera* colonies.

## MATERIALS AND METHODS

### Sampling zone and apiary characterization

Studies were carried out in an apiary in the Entre Ríos province. The apiary was sampled during 10 month (from June 2008 to March 2009). The environmental variables total rainfalls and average temperature were monthly registered from data

provided by the National Weather Service. Previous to, and during studies, colonies did not receive parasitic control treatment against *Nosema*. With regard to *V. destructor* control the apiary did not receive synthetic acaricide treatments.

### Sampling

Samplings were performed at monthly intervals and colonies were examined to detect presence of *Paenibacillus larvae* and *Melissococcus plutonium* bacteria or *Ascophaera apis* fungi. 15 bee colonies placed in Langstroth beehives were selected from an apiary of a total of 50 colonies. Only those with high bee population (from six to ten combs covered by adult bees) were chosen for sampling. During each field examination the following parameters were recorded per hive: (a) adult bee population (estimated as number of combs covered with adult bees); (b) brood area (estimated as number of combs covered by at least a 50 percent of brood cells); (c) number of honey combs; (d) the *V. destructor* presence (a colony was considered parasitized by *V. destructor* when phoretic mite infestation was higher than 1 %) and (e) number of *Nosema* spp. spores (parasite abundance).

To estimate *Nosema* spore abundance in each beehive, samples of foraging bees (n=100) were taken from the hive entrance. Sampling was always carried out at midday. The entrance of every hive was closed with a foam rubber so that later on, bees piled up on it could be collected, making them fall into a flask with water. In the laboratory, the abdomens of 60 bees of each sample were obtained in 60 ml of distilled water (Fries *et al.*, 1984). Later on, one drop of the homogenized solution was taken and put in a hemocytometer to quantify the number of spores in the sample using an optical microscope according to the protocol described by Cantwell (1970).

*Varroa destructor* prevalence per beehive was estimated in phoretic state following the protocol stated by De Jong (2005). The *V. destructor* prevalence per hive was calculated as:

$$\% V. destructor = \left( \frac{\text{Number of phoretic mites}}{\text{number of adult bees}} \right) \times 100$$

### Data modeling and statistical analysis

Previous to data modeling, exploration analyses according to Zuur *et al.* (2009) were carried out in order to identify: (a) extreme data able to influence the

analysis result; (b) collinearity among the explanatory variables and (c) interaction among the explanatory variables. In agreement with Montgomery and Peck (1992), a high collinearity between variables results in great variances for the regression coefficients. Thus, in the presence of collinearity between variables it is necessary to choose only one of them to be included in the final model.

After the initial exploration, data of abundance of *Nosema* ( $AN_{ij}$ ) per colony were analyzed using the mixed general additive model (GAM) with variable intercept. All the generated models followed a Gaussian distribution and an “Identity Link” function (Zuur *et al.*, 2009). The “Identity Link” function assure that  $\mu_i = \eta(X_{i1}, \dots, X_{iq})$  and the Gaussian distribution uses the following average and variance:

$$AN_{ij} \sim \text{Normal}(\mu_{ij}, \sigma^2)$$

$$E(AN_{ij}) = \mu_{ij} \text{ y } \text{var}(AN_{ij}) = \sigma^2$$

$$\text{where } \mu_{ij} = \alpha + \text{Varroa}_{ij} + f1(\text{Nbees}_{ij}) + f2(\text{Nhoney}_{ij}) + f3(\text{Abrood}_{ij}) + f4(\text{Month}_{ij}) + (\text{Month}) : \text{Varroa} + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

The  $\alpha$  term is the fixed intercept:  $\alpha_i$  is the variable intercept and represented the abundance variation of *Nosema* attributed by the hive variable and it was assumed that it had a Normal distribution with 0 average and  $d_2$  variance. The  $f_1, \dots, f_5$  terms were the smoothers for the explanatory variables “*V. destructor* presence” (= *Varroa*), “Adult bee population per hive” (=N bees), “Number of honey combs per hive” (=Nhoney), “Bee brood area” (=A brood) and “Month” (Splines of cubic regression were used for the smoothers). The “:” symbol denotes the interaction between the month and the *V. destructor* prevalence. The sub indexes “ij” that go with each variable represented data registered for them in the “j” month and the “i” hive. As regards the  $\varepsilon_{ij}$  wastes it was assumed that they follow a Normal distribution with 0 average and  $d_2$  variance.

Calculations were done with the mgcv (Wood, 2006) and nlme (Pinheiro *et al.*, 2009) packages of the free R software (R Development Core Team, 2009).

## RESULTS AND DISCUSSION

The presence of *A. apis*, *M. plutonium* or *P. larvae* could not be visually determined in neither colony studied. The initial data exploration demonstrated that the “Adult bee population per hive”, “Number

of honey combs per hive” and “Bee brood area” variables presented a high correlation among them. The same relationship was observed among “Month”, “Temperature” and “Rainfalls” variables. Due collinearity the following model was chosen:

**Log (Abundance *Nosema* spp.) ~ Month : *Varroa* + Abrood, random= list (fhive=~1)**

Where the term “random= list (fhive=~1)” is the statistically notation to denote the *Nosema* abundance variability per beehive.

The average monthly values of the variables studied for the apiary are shown in Chart 1 (including environmental variables). The presence of *V. destructor* in the apiary was detected in every month, with values of mite infestations per bee colony that vary between 0 to 10.2%

Figure 1 depicts the *Nosema* sporulation curve for every sampled hive along the time. It can be observed a non linear relationship in the Microsporidia abundance along the time justifying the mixed GAM model application. Each colony shows a different pattern of sporulation of *Nosema* spp. having an average peak during the colder months of the year (July- August). However, some colonies had sporulation peaks

during spring months (October- November). These results demonstrated the sporulation variability of the microsporidia within an apiary.

The final data modeling confirmed that *Nosema* abundance is explained by the time = rainfalls = temperature variables (variables highly correlated) and by the interaction between the month and the *V. destructor* infestation. Smoothers obtained for the *Nosema* abundance along time in the bee hives with and without *Varroa* presence were represented in Figure 2. Thus, the final model established that the microparasite abundance fluctuates along time showing a maximal sporulation peak between July and September. In addition, Figure 2 shows that the colonies parasited by *V. destructor* remained with greater loads of *Nosema* after the Microsporidia sporulation peak took place, compared with free mite colonies. Taking into account that the figures show a curve that touch negative values, means the reduction of the individual spores load on the bees and inside the colony, which means that the samples were done after the sporulation peak (In general after September month). Model parameters explaining the *Nosema* abundance were shown in Chart 2.

In this study, the initial exploration of data demonstrated high colinearity among bee brood, adult

Chart 1. Mean monthly June 2008-March 2009 values for each variable analyzed. Nespcol= *Nosema* abundance/hive; *Varroa*= phoretic mite infestation percentage/hive; Abrood= number of brood bee combs/hive; Nhoney= number of honey combs/hive. T.R= Total rainfalls; A.T= average temperature.

Month	Nespcol	<i>Varroa</i> (%)	Nbee	Abrood	Nhoney	T.R. (mm)	A.T. (°C)
June	227777	2.0	6.4	0.35	4.6	20	11
July	300683	2.2	4.8	0.5	4.4	35	14
August	1253666	1.3	5.4	0.65	3.7	60	7
September	492000	0.7	6.5	2.25	2.5	85	15
October	210333	0.7	7.6	5.0	1.1	85	19
November	324066	0.9	16.7	8.6	0.7	40	23
December	112000	1.0	11.2	6.9	1.0	35	25
January	182893	3.5	8.2	2.1	0.2	40	23
February	133583	2.6	7.8	3.2	0.0	250	25
March	188333	2.0	12.6	5.7	1.6	260	23

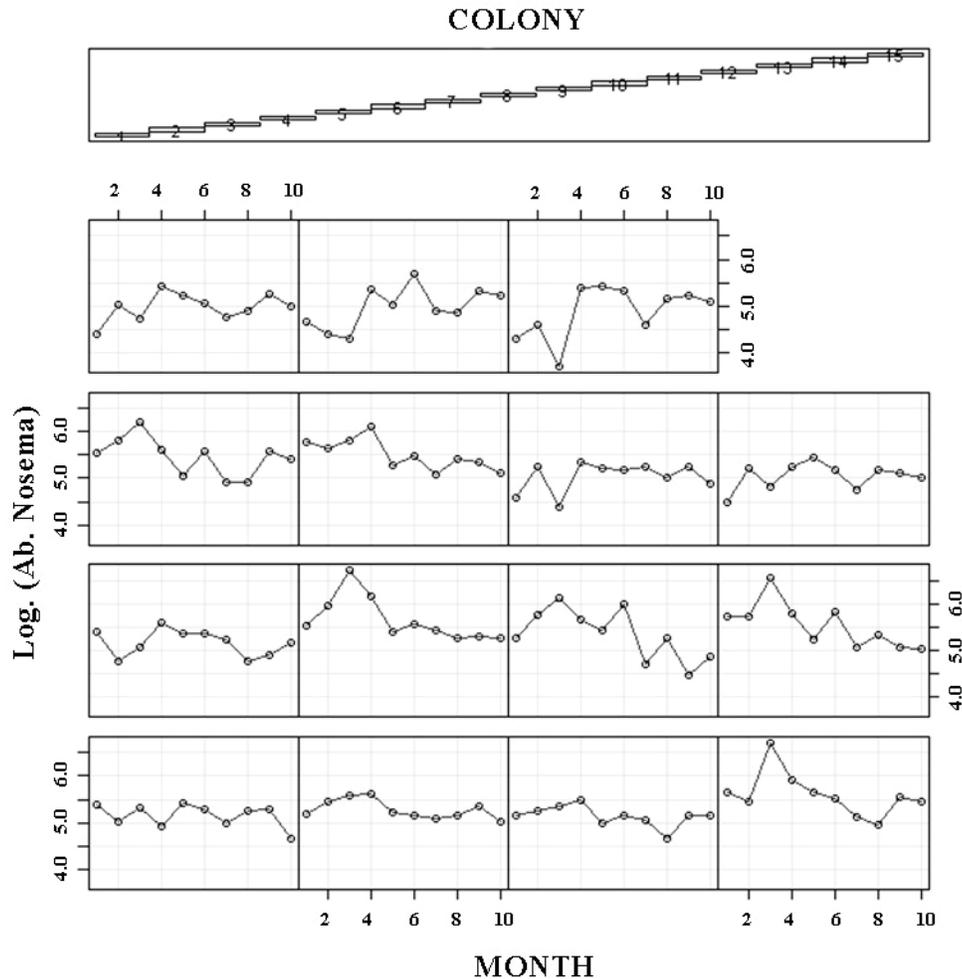


Figure 1 Sporulation curves of *Nosema* per hive (Express as logarithm) from June 2008 to March 2009. The individual figures represent the sampled hives. The numbers 1 to 10 of each figure indicate the month sampled. 1=June; 2= July; 3= August; 4= September; 5= October; 6= November; 7= December; 8= January; 9=February; 10= March.

bees and honey combs per beehive. High colinearity was also registered among time, temperature and rainfalls. In agreement with Montgomery and Peck (1992), high colinearity among variables causes great variances for the regression coefficients and authors suggested to choose only one of them to be included in the final model. Thus, the registered high colinearity among the variables mentioned must be taken into account in future field researches optimizing the sampling effort.

The final modeling of data demonstrated that the *Nosema* abundance is explained by the interaction between time and parasitary loads of *V. destructor*. Previous studies reported that *N. apis* and *V. destructor* could co-exist in the same bee colony, even if their populations grow independently one from the other

(Orantes Bermejo and García Fernández, 1997). These authors set the hypothesis that their observations were the result of determined environmental conditions under which they performed their studies and that different climate situations could have resulted in opposite observations (association between *Varroa* and *Nosema*). Our results, obtained from a geographical zone of temperate climate, demonstrated that the parasitism caused by *V. destructor* is able to modify the *Nosema* development along the annual cycle.

Differences with the cited authors may be also attributable to sampling method. Meana *et al.* (2010) demonstrated a high variability between *Nosema* spore counts depending on sampling time and bee's age. In the present study, sampling was made always

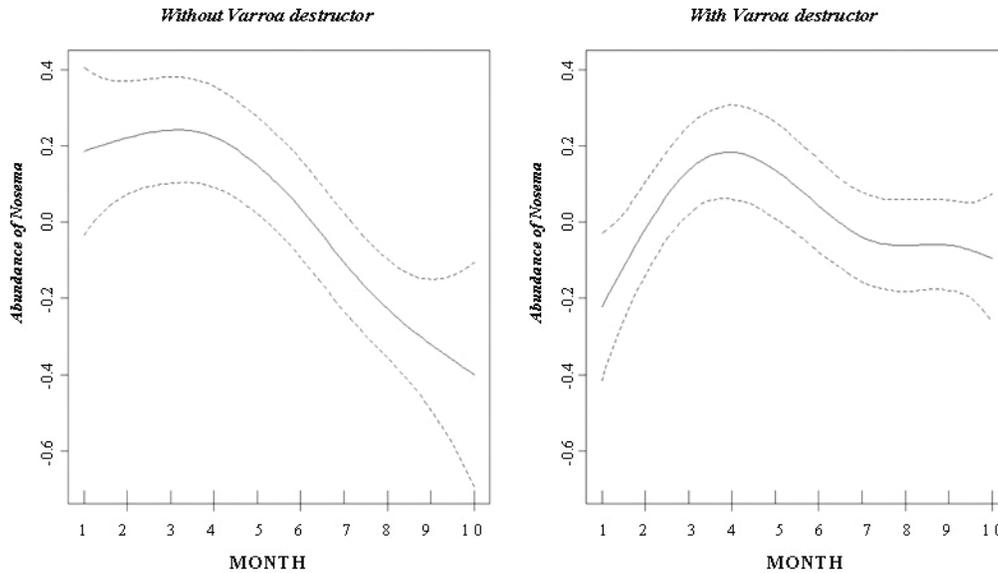


Figure 2. Generalized additive models for the *Nosema* abundance along time in *A. mellifera* colonies parasited and not parasited by *V. destructor*. The smoothers (solid line) and the confidence intervals at 95% (broken lines) were reported to the model from June 2008 to March 2009. 1=June; 2= July; 3= August; 4= September; 5= October; 6= November; 7= December; 8= January; 9=February; 10= March.

Chart 2. Statistical parameters of final model explaining *Nosema* spp. abundance

Model	Variable dependant	Variables explanatories	AIC	p	Model
Final	Ab. ( <i>Nosema</i> )	$f_1(\text{Month} \times V. \text{destructor})$ (P=0.01)	169.5	0.01	GAMM (with intercept variable= hive)

at midday on foraging bees, unlike the composite samples of bees with different age used by Orantes Bermejo and García Fernández (1997). In this way, errors in the statistical conclusions were minimized given the sampling homogeneity. Chart 1. Mean monthly June 2008-March 2009 values for each variable analyzed. Nspcol= *Nosema* abundance/hive; Varroa= phoretic mite infestation percentage/hive; Abrood= number of brood bee combs/hive; Nhoney= number of honey combs/hive. T.R= Total rainfalls; A.T= average temperature

As regards the environmental variables, *Nosema* development was affected by temperature and rainfalls. When increasing the values of these variables, the parasite abundance decreased. These

results are in accordance with previous studies, which determined that the environmental conditions can modify Microsporidia development, both at natural and laboratory conditions (Dyess and Wilson, 1978; Malone and Giacon, 1996; Sarlo *et al.*, 2006; Martín-Hernández *et al.*, 2009).

The *N. ceranae* presence in Argentina was confirmed in 2008 (Sarlo *et al.*, 2008; Plischuk *et al.*, 2008) despite of having registered alterations in the annual sporular dynamics since 2004 (Sarlo *et al.*, 2006). These reports, obtained from Buenos Aires apiaries demonstrated two abundance peaks, unlike the natural *Nosema* curve obtained in this study. Our data evidenced only one sporular peak between July and September, which is coincident with the seasonal

trend of a typical *N. Apis* infection. It shows low levels during the summer, small peaks in fall and a rapidly increase in the spring (Furgala and Mussen, 1978). Colonies developed in temperate climates during fall and winter seasons restricted their activity due to the scarce nectar flow, increasing dejections at the inner part of them (Fries, 1993; Fries *et al.*, 2003). An increasing in the infecting mass, due to dejections inside the colony as well as the longer lifetime of bees, are the reasons why during the cold months great microsporidia loads are developed (Lhenert and Shimanuki, 1979). When air temperature increases, bees prepare the brood nest to the nectar collecting and an increase of activity takes place at the colony, which diminishes the lifetime of adult bees and increases the possibilities of making cleansing flights. This situation could explain why the Microsporidia abundance decreases when the temperature increases. The present study also demonstrates that bee population amount was not correlated with microsporidian abundance. Therefore, we could consider that there are no dilution effects on abundance rate caused by population increase on warmer months.

Compared with colonies not infested by *Varroa*, parasitized colonies showed higher *Nosema* counts after the abundance peak. A previous study carried out by Higes *et al.* (2010) showed that the illnesses produced by these pathogens, produce severe problems at the level of both the colony and the individual honey bee. Mite infestation could contribute to *Nosema* development. Other studies suggested that recent losses of colonies observed in Europe and in USA may be caused by synergist effects between *N. ceranae* and *V. destructor* (Anderson and East, 2008; Cox-Foster *et al.*, 2007; Higes *et al.*, 2008; Ribiere *et al.*, 2008). This interesting behavior could be the result of the action of stressors generated by *Varroa* that affect the peritrophic membrane of the bee, a physical barrier against microsporidia infections. The histological picture of the ventriculus undergoes changes as a result of the action of stressors such as toxic substances (Bielenin and Ibek, 1980), incorrect nutrition (Szymaś, 1976; 1994) and bacterial infections (Gregorc and Bowen, 2000). Immunosuppression caused by *Varroa* (Amdam *et al.*, 2004; Gregory *et al.*, 2005; Yang and Cox-Foster, 2007) predispose workers to many bacterial, fungal and viral infections. Anyway, at the present there is still little or no evidence to prove that invertebrate

hosts have an immune response that can suppress a microsporidia infection once it is established (Agnew *et al.*, 2002). Also, deficiencies on vitellogenin levels (Vg) of winter bees (Amdam *et al.*, 2004), is a cause of disequilibrium of population, being another possible stressor that facilitates infection by *Nosema*. Studies carried out by Antúnez *et al.* (2009) showed that unlike *N. apis*, *N. ceranae* infections partially suppress humoral and cellular defense mechanisms and reduce expression of Vg. As *Varroa destructor* mite also produces immune suppression and a decrease in Vg levels, simultaneous infection with both pathogens (*N. ceranae* and *V. destructor*) has been suggested as devastating for honeybee colonies. In the present study, colonies affected by both parasites survived as well as colonies without *Varroa*. Nevertheless, our studies were performed during only 10 months. Future studies should consider more time of sampling to detect bee mortality.

In this study, a correlation between *Nosema* development and honey reserves could not be found. Previous studies reported that *N. apis* parasitism negatively affected the reserve production of colonies (Fries *et al.*, 1984). In the present work, *Nosema* abundances were relatively low ( $<3 \times \exp^6/\text{bee}/\text{month}$ ). The lack of evidence of the *Nosema* parasitism effects on the honey reserves of the colonies in these apiaries could be due to a low virulence of the mite or due to the short time of sampling. Higes *et al.* (2008) reported times significantly higher than those of this study to observe colony collapse of bees naturally infected by *N. ceranae*.

The low sporular loads of the apiary studied, compared with other studies, resulted to be of interest. Taking into account that the Microsporidia species were not identified in the apiary studied and that the presence of *N. ceranae* was reported from bee populations sampled in other zones of Argentina (Plischuk 2008; Sarlo *et al.*, 2008), these different dynamics of the populations could be explained by the fact that there was *N. apis* microsporidia infections in the apiary studied. Other studies reported *N. apis* abundance values similar to those registered in this research (Fries, 1988; Orantes Bermejo and García Fernández, 1997; Pohorecka and Skubida, 2004). In addition to this, previous studies suggested that the reproduction rate of *N. apis* is lower than that of *N. ceranae* (Higes *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2009).

## CONCLUSION

In view of the aforementioned, at the study conditions tested, it could be concluded that: (a) it was confirmed the existence of parasitary interactions between *V. destructor* and *Nosema*, (b) the average temperatures would be were inversely correlated with microsporidia development and (c) it is possible that both microsporidia species causing nosemosis in Argentina (*N. apis* and *N. ceranae*) are differently distributed in the country. Future DNA studies in *Nosema* populations affecting *A. mellifera* colonies in the country would be of great importance to understand the epidemiology of these Microsporidia and to make solid conclusions in studies performed in the field.

## REFERENCES

- Agnew P, J. J. Becnel, D. Ebert, Y. Michalakis. 2002 Symbiosis of microsporidia and insects. In Insect Symbiosis (ed. Bourtzis K.), pp. 145–163. CRC Press LLC, Florida.
- Amdam, G. V., K. Hartfelder, K. Norberg, A. Hagen, S. W. Omholt. 2004 Altered Physiology in Worker Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) Infested with the Mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): A Factor in Colony Loss During Overwintering? *J. Econ Entomol* 97(3): 741-747.
- Anderson, D.L., I. J. East. 2008. The latest buzz about colony collapse disorder. *Science* 319: 724–725.
- Antúnez, K., R. Martin-Hernandez, L. Prieto, A. Meana, P. Zunino, M. Higes. 2009. Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environ Microbiol* doi:10.1111/j.1462-2920.2009.01953x
- Bailey, L, B. V. Ball. 1991 Honey Bee Pathology (2nd ed.). Academic Press, London. Bailey, 1955
- Bielenin, I., Z. Ibek. 1980. Wpływ fluorku sodu na nabłonek jelita środkowego pszczoły miodnej, *Apis mellifera* L. (Apidae, Hymenoptera). *Zesz Nauk AR Krak* 159 (20): 49-67.
- Cantwell, G. E. 1970. Standard methods for counting *Nosema* spores. *Am Bee J* 110: 222-223.
- Chen, Y., J. D. Evans, L. Zhou, H. Boncristiani, K. Kimura, T. Xiao, A. M. Litkowski, J. S. Pettis. 2009. Asymmetrical coexistence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in honey bees. *J Invertebr Pathol* 101(3):204-9.
- Cornejo, L. G., C. O. Rossi. 1974. Enfermedades de las abejas, su profilaxis y prevención. Ediciones Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 238. p.
- Cox-Foster, D. L., S. Conlan, E. C. Holmes, G. Palacios, J. D. Evans, N. A. Moran, P. L. Quan, T. Briese, M. Hornig, D. M. Geiser, V. Martinson, D. Vanengelsdorp, A. L. Kalkstein, A. Drysdale, J. Hui, J. H. Zhai, L. W. Cui, S. K. Hutchison, J. F. Simons, M. Egholm, J. S. Pettis, W. I. Lipkin. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science* 318: 283–287.
- De Jong, D. 2005. Workshop sobre Control de la Varroosis en Climas Subtropicales. 27 y 28 de junio, Salta Argentina.
- Dyess, E. G., C. A. Wilson. 1978. A study of the seasonal variations of *Nosema apis* Zander of honey bee in Mississippi. *Am Bee J*. 118: 33–35.
- Evans, J. D., K. Aronstein, Y. P. Chen, C. Hetru, J. L. Imler, H. Jiang, M. Kanost, G. J. Thompson, Z. Zou, D. Hultmark. 2006. Immune pathways and defense mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Mol Biol* 15: 645-656.
- Fries, I. 1988. Comb replacement and *Nosema* disease (*Nosema apis* Z.) in honey bee colonies. *Apidologie* 19: 343–354.
- Fries, I. 1993. *Nosema apis* – a parasite in the honeybee colony. *Bee World* 74: 5-19.
- Fries, I., G. Ekbohm, E. Villumstad. 1984. *Nosema apis*, sampling techniques and honey yield. *J Apicult Res* 23: 102–105.
- Fries, I., H. Hansen, A. Imdorf, P. Rosenkranz. 2003. Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie* 34: 389–398.
- Furgala, B., E. Mussen. 1978. Protozoa. In Honey bee pests, predators and diseases (ed. Morse RA). New York: Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. pp. 63-73

- Garedew, A., E. Schmolz, I. Lamprecht. 2004. The energy and nutritional demand of the parasitic life of the mite *Varroa destructor*. *Apidologie* 35: 419–430.
- Gilliam, M., H. Shimanuki. 1967. In vitro phagocytosis of *Nosema apis* spores by honey-bee hemocytes. *J Invert Pathol* 9: 387–389.
- Gregorc, A., I. D. Bowen. 2000. Histochemical characterization of cell death in honeybee larvae midgut after treatment with Paenibacillus larvae, amitraz and oxytetracycline. *Cell Biol Inter* 24 (5): 319-324.
- Gregory, P.G., J. D. Evans, T. Rinderer, L. De Guzman. 2005. Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa* mites. *J Insect Sci* 5: 7-11.
- Higes, M., P. García-Palencia, C. Botías, A. Meana, R. Martín-Hernández. 2010. The differential development of microsporidia infecting worker honey bee (*Apis mellifera*) at increasing incubation temperature. *Env Microbiol* 2: 745-748.
- Higes, M., R. Martin-Hernandez, C. Botias, E. G. Bailon, A. V. Gonzalez-Porto, L. Barrios, M. J. Del Nozal, J. L. Bernal, J. J. Jimenez, P. G. Palencia, A. Meana. 2008. How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environ Microbiol* 10: 2659–2669.
- Higes, M., P. Garcia-Palencia, R. Martin-Hernandez, A. Meana. 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *J. Invertebr. Pathol.* 94, 211–217.
- Lhenert, T., H. Shimanuki. 1979. Population change and *Nosema* spore levels in colonies started with package bees. *Apidologie* 10: 17-21.
- Malone, L.A., H. A. Giaccon. 1996. Effects of *Nosema apis* Zander on inbred New Zealand honey bees (*Apis mellifera ligustica* L.). *Apidologie* 27: 479–486.
- Martín-Hernández, R., A. Meana, P. García-Palencia, P. Marín, C. Botías, E. Garrido- Bailón, L. Barrios, M. Higes. 2009. Effect of temperature on biotic potential of honeybee microsporidia. *Appl Environ Microbiol* 75 (8): 2554-2557.
- Meana, A., R. Martín-Hernández, M. Higes. 2010. Reliability of spore counts to diagnose *Nosema ceranae* infection in honey bees. *J Apic Res* 49: 212-214
- Montgomery, D. C., E. A. Peck. 1992. Introduction to Linear Regression Analysis. Editorial John Wiley & Sons, New York USA. 527. p.
- Murilhas, A. M. 2002. *Varroa destructor* infestation impact on *Apis mellifera carnica* capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. *Apidologie* 33: 271-281.
- Bermejo, O. F., P. García Fernandez. 1997. *Nosema* disease in the honey bee (*Apis mellifera* L) infested with *Varroa* mites in southern Spain. *Apidologie* 28: 105-112
- Pinheiro, J., D. Bates, S. Debroy, D. Sarkar, R. Core Team. 2009. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-96
- Plischuk, S., R. Martin-Hernandez, A. Meana, C. E. Lange, M. Higes. 2008. First report of *Nosema ceranae* in depopulated honey bee colonies in Argentina. 3rd European Conference of Apidology (EurBee3), Belfast, UK. Belfast. 57. p.
- Pohorecka, K., P. Skubida. 2004. Healthfulness of honeybee colonies (*Apis mellifera* L.) wintering on the stores with addition of honeydew honey. *Bull Vet Inst Pulawy* 48: 409-413.
- Development, R., Core Team. 2009. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.Rproject.org>.
- Ribiere, M., V. Olivier, P. Blanchard, F. Schurr, O. Celle, P. Drajnudel, J. P. Faucon, R. Thiery, M. P. Chauzat. 2008. The collapse of bee colonies: the CCD case (“Colony collapse disorder”) and the IAPV virus (Israeli acute paralysis virus). *Virologie* 12: 319–322.
- Sarlo, E., S. K. Medici, M. Braunstein, M. Eguaras. 2008. Presencia y distribución de *Nosema ceranae* en la región sudeste de la Provincia de Buenos Aires”. II Congreso Argentino

- de Apicultura. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 47. p.
- Sarlo, E., S. Medici, M. P. Porrini, M. Eguaras. 2006. Dinámica de esporulación de *Nosema apis* Z. en colmenas de *Apis mellifera* L. ubicadas en el sudeste de la provincia de Buenos aires, Argentina; determinación de factores predisponentes". Workshop "Malattie delle api e resiumi nei prodotti dell' alveare". Roma, Italia. 124. p.
- Sina, M., G. Alastair, M. Farmer, R. Andersen, O. Anderson, J. Barta, S. Bowser, G. Brugerolle, R. Fensome, S. Fredericq, T. James, S. Karpov, P. Kugrens, J. Krug, C. Lane, L. Lewis, J. Lodge, D. Lynn, D. Mann, R. Mccourt, L. Mendoza, O. Moestrup, S. Mozley-Standridge, T. Nerad, C. Shearer, A. Smirnov, F. Spiegel, M. Taylor. 2005. The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *J Eukar Microbiol* 52: 399–451.
- Smirnov, A. M. 1978. Progrès actuels de la science en Union Soviétique dans l'étude de l'éthiologie, de la pathogénie, de l'épizootologie, du diagnostic et de la lutte contre la varroase des abeilles. *Apiacta* 13: 149-162.
- Szymaś, B. 1976. Histologiczna ocena zmian nabłonka jelita środkowego pszczół miodnych Śywionych namiastkami pyłku. *Rocz AR Pozn* 88 (22): 141-147.
- Szymaś, B. 1994. Ocena wartości odŚywczej surogatów pyłku kwiatowego dla pszczoły miodnej (*Apis mellifera* L.). *Rocz AR Pozn Rozpr Nauk* 256: 1-68
- Tewarson, N. C. 1983. Nutrition and reproduction in the ectoparasitic honeybee (*Apis* sp.) mite, *Varroa jacobsoni*. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, German Federal Republic 98. p.
- Weinberg, K. P., G. Madel. 1985. The influence of the mite *Varroa jacobsoni* Oud on the protein concentration and the hemolymph volume of the brood of worker bees and drones of the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie* 16: 421-435.
- Wood, S. N. , F. R. G. Hannover. 2006. Generalized additive models: An introduction with R. Chapman and Hall/CBR. England, UK. Pp. 410.
- Yang, X., D. Cox-Foster. 2007. Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology* 134: 405–412.
- Zuur, A., E. Ieno, N. Walker, A. Saveliev, A. Smith. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Ed. Springer. England, UK. 575. p.

## Origen botánico de las mieles de *Apis Mellífera* L. producidas en la cuenca del Embalse Guaremal, Estado Yaracuy, Venezuela

<sup>1</sup>Judith Principal, <sup>2</sup>Yoel Morales, <sup>3,4</sup>Sandra Fuselli, <sup>3,4</sup>María Celeste Pellegrini, <sup>5</sup>Sergio Ruffinengo, <sup>6</sup>Martín Eguaras, <sup>1</sup>Carlos Barrios.

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Decanato de Ciencias Veterinarias, Estación de Apicultura, estado Lara, Venezuela. \*Correo electrónico: judith.principal@gmail.com.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora”, Guanare, estado Portuguesa, Venezuela

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Funes 3350. Mar del Plata. Argentina.

<sup>4</sup>Comisión de Investigaciones Científicas (CIC). La Plata. Argentina.

<sup>5</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Facultad de Ciencias Agrarias. Funes 3350. Mar del Plata. Argentina.

<sup>6</sup>CONICET. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

---

### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el origen botánico de las mieles de *Apis mellífera* L. producidas en la cuenca del Embalse Guaremal (10° 04' 00'' y 69° 07' 00''), municipio Peña, estado Yaracuy, Venezuela. Se colectan 60 muestras de miel en 60 colonias, durante el período 2007–2008, que fueron analizadas según técnicas palinológicas convencionales. Los resultados obtenidos indicaron la presencia de nueve familias apibotánicas, siendo las más representativas: Asteraceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae y Urticaceae.

*Palabras clave:* *Apis mellifera*, miel, técnicas palinológicas, especies apibotánicas, Guaremal, Venezuela.

---

### Botanical origin of the honey of *Apis mellifera* L. produced Guaremal Reservoir Basin, State Yaracuy, Venezuela

### ABSTRACT

This investigation had the objective of determining the botanical origin of *Apis mellifera* L. honeys produced in the Guaremal basin (10 ° 04 '00'' and 69 ° 07' 00'') Peña County, Yaracuy State, Venezuela. 60 honey samples collected during 2007-2008 from 60 colonies were analyzed by palinological conventional techniques. The obtained results indicated the presence of nine apibotanical families, being: Asteraceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae and Urticaceae the most representatives.

*Key words:* *Apis mellifera*, honey, palinological techniques, botanical species, Guaremal, Venezuela.

---

### INTRODUCCION

La miel es un alimento pre-digerido compuesto, principalmente, por fructosa y glucosa y puede ser utilizada por el organismo sin requerir otras transformaciones, constituyendo de esta manera, una fuente energética inmediata para la célula. Su composición química es compleja y varía dependiendo del origen botánico y de las condiciones climáticas y edafológicas de los sitios donde se encuentran ubicados los apiarios (Vit *et al.*, 2008a). La abeja produce la miel a partir del néctar de las flores al cual le adiciona sustancias enzimáticas provenientes de las glándulas salivales e incorpora el polen de las plantas visitadas, esta mezcla pasa al buche melario del insecto y de allí al panal (Persano, 1983), constituyendo la reserva alimenticia de las colonias para la época de escasez.

La transformación del néctar en miel ocurre mediante dos procesos. El primero, involucra la recolección del néctar de las flores y su transporte hasta la colmena, donde se incorpora la enzima “invertasa” que desdobra los azúcares en glucosa y fructosa. Mientras que en el segundo proceso, se reduce por evaporación el exceso de humedad del néctar transformándose en miel, que será operculada para su posterior conservación (Gómez, 1986).

El aporte de polen en la miel permite establecer el origen biogeográfico del producto, ya que el sedimento de las muestras contiene granos de polen de las distintas especies florales visitadas por las abejas, cuya morfología facilita la identificación de las especies botánicas. El porcentaje de polen más alto en un espectro polínico de frecuencias, está en relación con la preferencia floral y la densidad de las especies visitadas por las abejas en una zona determinada. Sin embargo, debe considerarse que no siempre el contenido de polen es el resultado de una especie nectarífera en particular, éste puede provenir de un origen primario o secundario (Vorwohl, 1990). Es decir, en algunos casos, la presencia de polen en el néctar proviene del aporte directo de la planta, del efecto mecánico de los insectos o de la acción del aire. Estos granos permanecen en el néctar de especies con nectarios profundos y flores tubulares. El aporte secundario de polen suele darse durante el transporte interno en la colmena, en el proceso de alimentación de la cría y el aportado por las operaciones de extracción de la miel. El polen se encuentra tanto libre como mezclado con la miel, modificando sus características físicas y organolépticas, tipificando de alguna manera la calidad del producto (Vorwohl, 1990).

La melisopalinología es una rama de la palinología cuyo propósito es estudiar el origen botánico y geográfico de las mieles y tiene como base fundamental el análisis microscópico de los granos de polen obtenidos por centrifugación. Con esta técnica es posible identificar el origen floral y geográfico de las mieles producida por la abeja (Tellería, 1997; Louveaux *et al.*, 1970; Chifa *et al.*, 2002). Las mieles varían en gran medida de una región a otra, tanto en contenido polínico como en características organolépticas y fisicoquímicas. Uno de los propósitos de esta disciplina es determinar las fuentes florales utilizadas por las abejas en la producción de miel. (Vanghn y Gretchen, 2001). Adicionalmente, ciertos tipos de polen pueden ser utilizados como indicadores

claves para reconocer el origen geográfico de la miel (Bedascarrasbure, 1998).

El análisis polínico de una miel comprende dos etapas. La primera es la identificación de los granos de polen observados y la segunda involucra el recuento de los mismos (Schweitzer, 2003). Esta especialidad ofrece la posibilidad de conocer el comportamiento y la adaptación eco-biológica de la abeja, lo cual permite caracterizar la riqueza y la diversidad del potencial florístico de una región. No sólo consiste en el análisis y la tipificación de las mieles, para poder determinar el origen botánico de las mismas, sino también requiere de un importante trabajo de campo y de investigación, el cual entre otras actividades, incluye la recolección e identificación de las distintas especies vegetales presentes en las regiones de donde provienen las mieles analizadas. Una vez que éstas se identifican y rotulan de manera taxonómica, se extraen muestras del polen de sus flores con el fin de organizar una colección o palinoteca, la cual sirve para establecer correspondencias precisas entre las muestras sujetas a análisis y los registros propios (Prudkin, 2003).

Esta investigación tuvo el objetivo de determinar el origen botánico de las mieles producidas en la cuenca del Embalse Guaremal, municipio Peña del estado Yaracuy, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zona representada por la Cuenca del Embalse Guaremal, ubicada entre los 500 y 700 msnm en el municipio Peña, Yaritagua, estado Yaracuy, Venezuela. La zona de vida fue descrita como bosque tropical semidecíduo con un relieve accidentado y colinoso que presenta cambios altitudinales apreciables (FUDECO, 2004). El municipio Peña cuenta con una superficie de 671 Km<sup>2</sup> y se encuentra entre los 10° 4' 00" de Latitud Norte y los 69° 7' 00" de Longitud Oeste. Limita por el Norte, Sur y Oeste con el estado Lara y por el Este con los municipios Páez y Urachiche del estado Yaracuy (FUDECO, 2004). Se procedió a la recolección de la miel, seleccionando al azar una muestra de 60 colonias de un total de 656 colmenas distribuidas en la cuenca, tomando como criterio colonias populosas y libres de enfermedades. De cada cuadro de alza, se tomaron 10 g de miel, libres de trazas de cera, utilizando para ello una cuchara desechable para cada muestra. Las

muestras de miel fueron procesadas en el laboratorio de la Estación de Apicultura del Decanato de Ciencias Veterinarias (DCV) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado (UCLA), siguiendo las Normas de la International Bee Research Association de acuerdo con la metodología de Louveaux (1968) y Louveaux *et al.* (1970), con algunas modificaciones.

Las muestras se diluyeron en agua caliente a 60°C, alternando con procesos de centrifugación y decantación, hasta lograr la precipitación del polen en tubos de ensayo. Posteriormente, se aplicó la técnica de la acetólisis (Erdtman, 1971) sólo en los casos en los cuales el grado de dificultad para observar los granos de polen los requirió, en otros casos los preparados microscópicos se realizaron sin acetolizar a fin de conservar todos los componentes de las muestras (Feller-Demalsy *et al.*, 1987) y el sedimento se montó en laminillas con gelatina glicerizada. La observación microscópica permitió el conteo cuantitativo y cualitativo de los granos de polen de cada laminilla, obteniéndose las frecuencias relativas de los granos de polen y el origen botánico del material palinológico. El análisis cuantitativo se realizó contando el número de granos de polen contenidos en 10 granos de miel. Para ello, previo montaje de la muestra, se utilizó un Hemocitómetro Neubauer Improved Double (Feller-Delmasy *et al.*, 1987). El análisis cualitativo se realizó contando hasta 100 granos de polen por muestra (Louveaux *et al.* (1970) y la identificación de los tipos morfológicos hasta Familia, se realizó utilizando una palinoteca y fototeca de referencia perteneciente a la estación de Apicultura, UCLA, así como, literatura especializada (Erdtman, 1971; Heusser, 1971 y Markgraf y D'Anthoni, 1978).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis polínicos realizados a cada muestra de miel, donde se observa la frecuencia de los granos de polen encontrados en las mieles muestreadas, pertenecientes a las familias apibotánicas visitadas por las abejas, siendo la familia Asteraceae la más frecuente, cuya representante mayoritaria es la tara (*Oyedeia verbesinoides*) considerada como una de las especies apibotánicas utilizada por las abejas como recurso nectarífero y polinífero de acuerdo a este estudio.

En la Figura 1 se muestra el número de granos de polen presentes en las muestras de mieles utilizadas

en este estudio por cada 10 gramos de miel. Este polen proviene de las diferentes especies botánicas encontradas en las mieles de la cuenca del Embalse Guaremal, destacándose las familias *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Bignoniaceae*, *Urticaceae*.

La familia que aportó un mayor número de granos de polen durante el muestreo fue la *Asteraceae* (Figura 1) representada principalmente, por las siguientes especies: tara (*Oyedeia verbesinoides*) y jujure-chaparrito (*Wedelia caracasana*). Las técnicas convencionales de palinología utilizadas para identificar los tipos morfológicos de mieles demostraron, tal y como se evidenció en esta investigación, que la familia *Asteraceae* fue el grupo más representativo, inclusive en mieles monoflorales según lo reportado por Faye *et al.* (2002) y Lusardi *et al.* (2005) en estudios realizados en la provincia de Córdoba y al Sur de la provincia de Santa Fe, respectivamente, ambas regiones centrales de Argentina. Estos resultados coinciden con los estudios palinológicos realizados por Piedras y Quiroz (2007) en dos localidades al Sur de México, en los cuales se analizaron dos muestras de mieles utilizando la técnica de acetólisis, donde se determinaron 19 tipos polínicos, pertenecientes a 15 familias de plantas y entre las cuales se reporta la *Asteraceae* como recurso florístico más importante. Adicionalmente, estos autores encontraron como especies predominantes a *Brassica sp.*, *Eucalyptus sp.* y *Lopezia sp.* En esta misma vertiente, Manrique (1996) en muestreos sucesivos, realizados con la finalidad de determinar el potencial de la producción apícola en un bosque húmedo premontano en la región Central de Venezuela, indicó que el patrón de floración de la vegetación es continuo, resaltando como recursos apibotánicos las siguientes especies: tara (*Oyedeia verbesinoides*), zamurito (*Oliganthes sp*) sangregado, (*Croton gossypifolius* Vahl) matagusano. (*Clivadium sp*), bucare (*Erythrina poeppigiana*), flor amarilla (*Sclerocarpus coffeacotus*) tarita (*Verbena turbacensis*) y cordón de fraile (*Leonotis heptacfolia*).

Esos hallazgos, antes mencionados, coinciden en gran parte con los resultados de esta investigación ya que, algunas de las especies reportadas por Manrique (1996) también están presentes en la composición florística de la cuenca, aun cuando la zona de vida del Embalse Guaremal pertenece al bosque tropical semideciduo, lo cual indica que estas especies resultan determinantes en la producción de miel en

Cuadro 1. Frecuencia de los granos de polen correspondientes a las Familias identificadas en las mieles colectadas en la cuenca del Embalse Guaremal, Venezuela.

Familias									
Muestras	Asteraceae	Euphorbiaceae	Ulmaceae	Bignoniaceae	Myrtaceae	Laminaceae	Malvaceae	Leguminosea	Urticaceae
1	4	5	2	14			2		
2	33	3	2	22	2				
3		2		11					
4	10	8	1				8		6
5	5							1	
6	4	4							
7									
8	34	43	2		5	3	8		5
9	55	25	15					5	
10	15	29	10	2	2			30	12
11	52	16	4	12	3	3		10	
12	56	32		16				6	
13	44	34		4	6				12
14	40	27							
15	63	27			1			2	
16	9	12			6				19
17	17	7	2		3		3		
18	5	10		2	1		1	3	6
19	64	25					4		7
20	23	68				5		4	
21	19	18							3
22	46	36	6	6			6		
23	3	6			1			9	
24	69	8		20	3				
25	4	8		1		1			5
26	72	21	1	4			2		
27	30	11		16	1		1	1	
28	8	5							6
29	9	4			1			1	
30	2	2	1				2	3	
31	2	18	1				2	1	
32	9	78					9		
33	6	2		2	2				
34	1	1			1				19

.../... Continua

.../... Continuación Cuadro 1

Muestras	Asteraceae	Euphorbiaceae	Ulmaceae	Bignoniaceae	Myrtaceae	Laminaceae	Malvaceae	Leguminosea	Urticaceae
35	6	5							
36	22	24		8		3		3	17
37	2	4		5					
38	9			1	1				13
39	14	1			4			1	
40	10	3		4	3				3
41	15	17							
42	29	45		10					
43	20	16		3					
44	10	12		5					12
45	4	1			1				
46	16								
47	6	20		23			3		
48	12	21						1	21
49		14		16					
50	1	44					1		
51	3	6		14					14
52	16	24		13					
53	6	14					6		21
54	8	15					5	2	
55	8	15					1		20
56	28	27	1	1	4			5	
57	11	14		8			1		18
58	5	20		6	2		5		
59	4	11					3		23
60	2	17	1	1	1			1	
Totales	1080	985	49	250	54	15	73	89	262

el país para niveles altitudinales con diferentes zonas de vida.

En este mismo contexto, Quiroz y Arreguín (2008) realizaron el análisis palinológico de muestras de mieles producidas por *Apis mellifera* L. en tres localidades del estado de Morelos, México. Los autores identificaron 41 tipos de polen pertenecientes a 23 familias, pero sólo siete especies de plantas pertenecientes a cuatro familias: Asteraceae, Bignoniaceae, Leguminosae y Rubiaceae, fueron las

de mayor importancia, con un rango mayor al 10%. En las tres localidades, las muestras de miel evidencian abundantes especies herbáceas, sólo siete tipos de polen fueron comunes a las tres mieles: *Asteraceae* y *Poaceae* y las especies *Salvia*, *Dalea*, *Eucalyptus*, *Lopezia* y *Heliocarpus donnell-smithii*. En este estudio, una de las mieles fue considerada monofloral y las otras dos multiflorales. El mayor número de Leguminosas y Asteráceas está en concordancia con lo mencionado por Villanueva (1994) y Martínez

### Resultados del Análisis Palinológico

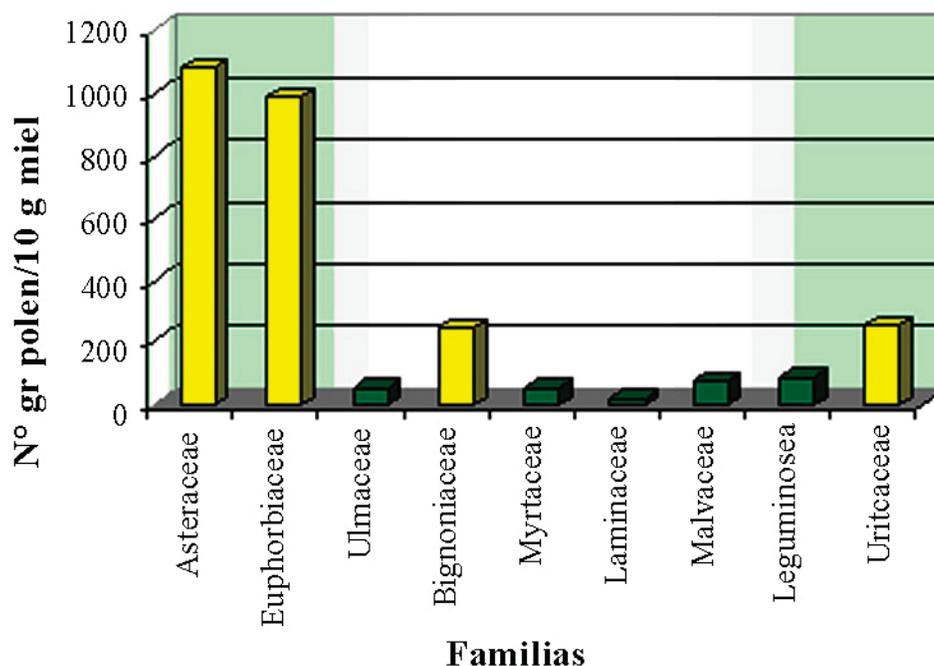


Figura 1. Familias apibotánicas encontradas en las mieles provenientes de los apiarios ubicados en la cuenca del Embalse Guaremal, Venezuela.

Hernández *et al.* (1993) y con resultados obtenidos en esta investigación, al menos para las Asteráceas.

En contraposición con estos hallazgos, estudios realizados por Basualdo *et al.* (2006) en los cuales se analizaron 40 muestras provenientes de la cuenca del Salado en la Provincia de Buenos Aires, Argentina se identificaron 25 tipos de polen, encontrando mieles monoflorales en la región de la Sierra pertenecientes a *Eucalyptus sp.* y *Helianthus annuus*. En ese mismo estudio, los autores reportaron que las mieles multiflorales se caracterizaron por presentar polen de las dos especies anteriores más *Brassicaceae* y como acompañantes *Lotus sp.* y *Medicago sp.* El análisis microscópico del polen permitió identificar 25 tipos de polen de cuatro familias, siendo la más predominante la familia *Brassicaceae* reportada en el 75% de las muestras. Sin embargo, Basualdo *et al.* (2006) no evidenciaron presencia de polen de la familia Asteraceae.

Los estudios melisopalinológicos realizados hasta el momento en mieles de Venezuela, arrojan como resultado gran diversidad polínica, indicando una significativa actividad recolectora de las abejas así como sus preferencias nectaríferas y poliníferas en

las regiones estudiadas (Vit, 2005; Vit *et al.*, 2008b; Vit y Santiago, 2008).

La actividad de recolección del polen como fuente de alimento de la abeja, comprende desde áreas con baja alteración antrópica, a otras muy perturbadas por el hombre, donde estos insectos han demostrado una amplia utilización de fuentes nativas de néctar y polen. Los resultados obtenidos en esta investigación corroboran esta aseveración y pueden ser utilizados tanto para identificar las especies más visitadas por las abejas en una determinada región y contribuir a la denominación de origen de las mieles, así como; para la utilización de parámetros indicadores de las acciones antrópicas en zonas que afectan negativamente los procesos productivos de la actividad apícola.

### CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados en esta investigación permiten determinar que el origen botánico de las mieles de *Apis mellifera* L. producidas en la cuenca del Embalse Guaremal, provienen principalmente, de las familias *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Bignoniaceae* y *Urticaceae*.

## LITERATURA CITADA

- Basuldo, M., A. Pereda y E. Bedascarrasbure. 2006. Caracterización botánica y Geográfica de mieles de la Cuenca del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. INTA. Ediciones Ría, 35 (1) 5-14.
- Bedascarrasbure, E. 1998. La Apicultura como herramienta para el desarrollo. Módulo NEA, 1-7. Disponible en línea: <http://sada.org.ar/Boletines/80.htm>. [Octubre 12, 2008].
- Chifa, C., S.B., Montenegro, C. M., Avallone y S.M. Pire. 2002. Calidad polínica de las mieles producidas en el Departamento Güemes de la provincia del Chaco. (Argentina). Disponible en línea: [http://www.beekeeping.com/articulos/pollen\\_chaco.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/pollen_chaco.htm). [Octubre 12, 2008].
- Erdtman, G. 1971. Pollen morphology and taxonomy (Angiosperms). New York, Hafner Publ. 553 p.
- Feller-Delmasy, M., J. Parent and A. Strachan. 1987. Microscopic analysis of honeys from Alberta, Canada. *Journal of Apicultural Research* 26: 123-132.
- Faye, P. F., A. M. Planchuelo y M. L. Molinelli. 2002. Relevamiento de la flora apícola e identificación de cargas de polen en el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, 19: 19-3.
- Heusser, C. 1971. Pollen and Spores of Chile. University of Arizona Press. 167 p.
- FUDECO, Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela. 2004. Dossier del municipio Peña, estado Yaracuy. Venezuela. Disponible en línea: [http://corpoweb.net.ve/fudeco/archivos/Documentosenlinea/Edicion Dossier/EstadoYaracuy/DOSSIER.MUNICIPIO.PENA.pdf](http://corpoweb.net.ve/fudeco/archivos/Documentosenlinea/Edicion_Dossier/EstadoYaracuy/DOSSIER.MUNICIPIO.PENA.pdf). [Octubre 12, 2008].
- Gómez, R. R. 1986. Apicultura Venezolana. Manejo de la abeja africanizada. Ediciones Edicanpa, Caracas, Venezuela. 220 p.
- Louveaux, J.L. 1968. Analyses polliniques des miels. Chauvin traité e biologie de la abeille. Masson et Cie. France. pp 78-71.
- Louveaux, J.L., A. Maurizio y G. Vorwohl. 1970. Methods of Melissopalynology. *Bee World*. pp 125-138.
- Lusardi, M., D. Prado y S. Gattuso. 2005. Contenido polínico de las mieles del sur de la provincia de Santa Fe (Argentina). Disponible en línea: [http://Bol.Soc.Argent.Bot.40\(1-2\).Córdoba.ene./jul.2005.VersionOn-lineISSN1851-2372](http://Bol.Soc.Argent.Bot.40(1-2).Córdoba.ene./jul.2005.VersionOn-lineISSN1851-2372). [Noviembre 5, 2008].
- Markgraf, V. and H. D'Anthoni. 1978. Pollen flora of Argentina. University of Arizona Press. Tucson, 208 p.
- Manrique, J.A. 1996. Potencial apícola del bosque húmedo premontano. *Zootecnia Tropical*. 14 (1): 89-97. Disponible en línea: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital>. [Octubre 20, 2008].
- Martínez Hernández, E., J. I. Cuadriello Aguilar, O. Téllez Valdéz, E. Ramírez Arriaga, M. Sosa Nájera, J. Sánchez, M. Medina Camacho, y S. Lozano García. 1993. Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región de Tacaná, México. Publicación especial del Instituto de Geología, U.N.A.M., ISBN 968-36-2821-4, 105 p.
- Persano, A. L. 1983. Polen. Consejo de la Promoción Apícola de la Provincia de Buenos Aires, Argentina 81p.
- Piedras Gutiérrez, B. y D. L. Quiroz García. 2007. Estudios melisopalinológicos de dos mieles de la porción Sur del Valle de México: Polibotánica, 23: 57-75.
- Prudkin, A. 2003. Melisapalinogía: El estudio del polen en las mieles. Disponible en línea: [http://www.cicyttp.org.ar/publicaciones/alejo\\_prudkin.html](http://www.cicyttp.org.ar/publicaciones/alejo_prudkin.html). [Noviembre 5, 2008].
- Quiroz García, D. L. y M. Arreguin Sánchez. 2008. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos. *Polibotánica*, 26: 159-173.
- Schweitzer, 2003. Análisis polínico de mieles. Disponible en línea: <http://www.beekeeping.com/abeille-de-france/articles/analysis>. [Mayo 16, 2009].

- Telleria, M. C. 1997. "III Curso Básico de Palinología Aplicada a la Tipificación de Mielles". Dpto. de Producción Animal - Zootecnia (Animales Menores de Granja); Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U.N.L.P. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Disponible en línea: <http://www.sada.org.ar/Boletines>. [Mayo 16, 2009].
- Vanghn, M. B. J. and D. J. Gretchen. 2001. The R-Values of Honey: Pollen coefficients. *Polinology*, 5:1-24.
- Villanueva, G. R. 1994. "Nectar sources of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) in the Yucatán Peninsula, Mexico". *Journal of Apicultural Research*, 33 (1): 44-58.
- Vorwohl, G. 1990. Progés, problemes, et futures teches de la melissopalynologia *Apidologie*, 21 (5) 383-389.
- Vit, P. 2005. *Melissopalynology Venezuela*. APIBA-CDCHT, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela; 205 p.
- Vit, P., P. Herrera, D. Rodríguez, y J. Carmona. 2008a. Caracterización de polen apícola fresco recolectado en Cacute, en los Andes venezolanos. *Rev. Inst. Nac. Hig. "Rafael Rangel"* 39: 7-11.
- Vit, P., M. G. Gutiérrez, D. Titera, M. Bednar y A. J. Rodríguez Malaver. 2008b. Mielles checas categorizadas según su actividad antioxidante. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. Versión On-line ISSN 1851-6114. 42 (2) La Plata abr./jun. 2008. Disponible en línea: <http://www.scielo.org.ar/scielo>. [Enero 31, 2012].
- Vit, P. y B. Santiago. 2008. Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de Los Andes venezolanos. *Arch. Latinoam.Nutr.* 58: 411-415.

## Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.) en una zona cálida tropical

Daniel Antonio Perdomo Carrillo<sup>1\*</sup>, Zenaida Corredor<sup>1</sup> y Lílido Ramírez-Iglesia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Técnico Superior Universitario en Ejercicio Privado. Estudiante de Ingeniería de la Producción en Agroecosistemas, estado Trujillo, Venezuela. Correo electrónico: dperdomocarrillo@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Centro de Investigaciones Agrícolas, Biológicas, Educativas y Sociales (CIABES), Laboratorio de Investigación en Fisiología e Inmunología (LIFI), estado Trujillo, Venezuela.

---

### RESUMEN

Se realizó un ensayo para evaluar las características morfométricas, parámetros físico-químicos del agua, densidad de siembra y mortalidad, en el cultivo intensivo de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.), en condiciones de zona tropical, en el estado Trujillo, Venezuela. El estudio abarcó tres fases productivas de peces en lotes diferentes. Se empleó una densidad de siembra de 70, 30 y 15 peces/m<sup>2</sup>, para levante (L), pre-engorde (P) y engorde (E), respectivamente. Las variables morfométricas referentes a longitud total (LT) y estándar (LS) en las tres fases y los parámetros del agua, se analizaron mediante la *t* de Student ( $P < 0,05$ ) y correlaciones de Pearson con el programa SAS. Se encontraron diferencias en todas las medidas morfométricas evaluadas, LTL-LTP ( $P < 0,001$ ), LTL-LTE ( $P < 0,001$ ), LTP-LTE ( $P < 0,001$ ), LSL-LSP ( $P < 0,001$ ), LSL-LSE ( $P < 0,001$ ), LSP-LSE ( $P < 0,0019$ ). Se encontraron correlaciones ( $P < 0,05$ ) entre las medidas morfométricas a excepción de LSL-LTE y LSL-LSE. Los coeficientes de las correlaciones en las longitudes totales, mostraron una tendencia a disminuir en subsiguiente fases, LTL-LTP (0,68), LTP-LTE (0,55). Los resultados de la Prueba *t* de Student indicaron que la dureza del agua, presentó diferencias ( $P < 0,05$ ) en las fase P y E. Se concluye que las características morfométricas varían de acuerdo al desarrollo y fase de cultivo, los parámetros físico-químicos del agua presentaron rangos similares a los requeridos por la especie, y la mortalidad fue del 16%. Es necesario ajustar las condiciones ambientales en función del bienestar animal y reducir la mortalidad.

*Palabras clave:* Tilapia roja, cultivo intensivo, bienestar en peces, características morfométricas, trópico.

---

### Physico-chemical characteristics and morphometric breeding phased of red tilapia (*Oreochromis* spp.) in a warm tropical zone

### ABSTRACT

A trial was conducted in Trujillo state, Venezuela, to evaluate the morphometric characteristics, physic-chemical parameters of water, density and mortality of red tilapia (*Oreochromis* spp.), under intensive culture in tropical conditions. The study covered three stages of production of fish in different lots. A density of 70, 30 and 15 fish/m<sup>2</sup> to lift (L), pre-fattening (P) and fattening (E), was used, respectively. The morphometric variables related to total length (TL) and standard (LS) in the three phases, and water parameters were analyzed using Student's *t* test ( $P < 0.05$ ) and Pearson correlations with the SAS program. Differences were found in all morphometric measures assessed, LTL-LTP ( $P < 0.001$ ), LTL-LTE ( $P < 0.001$ ), LTP-LTE ( $P < 0.001$ ), LSL-LSP ( $P < 0.001$ ), LSL-LSE ( $P < 0.001$ ), LSP-LSE ( $P < 0.0019$ ). Correlations were found ( $P < 0.05$ ) between the morphometric measures except for LSL-LTE and LSL-LSE. The coefficients of correlation of the total length, showed a tendency to decrease in subsequent phase, LTL-LTP (0.68), LTP-LTE (0.55). The results of the Student's *t* test indicated that

the water hardness differences ( $P < 0.05$ ) in the phase P and E. We conclude that the morphometric characteristics vary according to the development and growth phase, the physic-chemical parameters of water presented similar levels to those required by the species, and mortality was 16%. You need to adjust environmental conditions in terms of animal welfare and reduce mortality.

*Key words:* Red tilapia, intensive culture, fish welfare, morphometric measured, tropic.

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el cultivo de la tilapia comenzó legalmente en el año 1992, a partir de la autorización mediante resolución conjunta MAC-152, MARNR-66 del 10-06-92, para las especies, tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), tilapia azul (*O. aureus*), tilapia negra (*O. mossambicus*) y sus híbridos (Giménez *et al.*, 1995). Esto permitió incrementar su cultivo, lo que se evidenció en las estadísticas de producción piscícola, al obtenerse en el año 1995, 1.655 tm (Castillo, 2005) valores de producción obtenidos principalmente con la variedad roja.

El bienestar animal aplicado a la crianza de peces, nace bajo un concepto de la interacción del hombre con otros animales y surge como una atribución de un estado moral a los animales (Oliveira y Galhardo, 2007; OIE, 2011). En ese sentido, el bienestar animal tiene como fundamento científico la determinación de la calidad de vida y el respeto a su bienestar tanto físico como psicológico en la crianza, transporte, y sacrificio (Håstein, 2008; OIE, 2011).

Los indicadores del bienestar animal en especies acuáticas implican la definición de las condiciones físico-químicas del agua y del ambiente, la evaluación de salud, lesiones, el crecimiento, características morfométricas, conducta, así como, las técnicas del manejo de la alimentación, manipulación, gestión, conservación de las características del agua, captura, transporte y sacrificio humanitario (Huntingford *et al.*, 2006; Pedrazzani *et al.*, 2007; Relić *et al.*, 2010); así como la identificación de los factores ambientales u otros agentes estresantes que pueden afectar negativamente la producción y el desempeño de los organismos acuáticos (Huntingford *et al.*, 2006; Oliveira y Galhardo, 2007). En piscicultura, se avizoran importantes desafíos para la producción de peces con bienestar animal, ya que el medio acuático donde viven presenta dificultades para observar su conducta normal en forma directa que indique falta

de bienestar y adecuadas condiciones de la calidad de su medio de vida, etología que resulta mas obvia su observación en las especies terrestres (Relić *et al.*, 2010; Molento y Dal Pont, 2010).

Algunos autores han señalado que en piscicultura la densidad de siembra, sistemas de alimentación, factores genéticos, patologías, parámetros físico-químicos del agua, diseño de infraestructuras, métodos de manipulación y selección de peces son los factores que propician un adecuado estado en el bienestar animal y una mayor supervivencia de los organismos durante el cultivo (Håstein, 2008; González *et al.*, 2010). Además, según Huntingford *et al.* (2006), se debe prestar atención en las interacciones sociables de los peces y la ausencia de predadores en las granjas.

En las tilapias, las características morfométricas como la longitud total y estándar, han sido utilizadas en evaluaciones de la respuesta en la crianza tanto en ambientes naturales como en cautiverio. Reportándose que variaciones en estas medidas morfométricas en las distintas fases de crianza pueden ser indicadoras de las condiciones ambientales, alimento consumido y hasta de bienestar (Narváez *et al.*, 2005). También, las características morfométricas han sido utilizadas para estimar los rendimientos corporales, sin necesidad de recurrir al sacrificio de los peces (Rutten *et al.*, 2004; Leonhardt *et al.*, 2006; Diodatti *et al.*, 2008).

Lo antes señalado sugiere la importancia de la morfometría como indicador del bienestar animal. En la evaluación del crecimiento animal existen precedentes de indicadores morfométricos que se han correlacionado altamente con el peso durante el sacrificio (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011). Estos mismos autores sugieren que la determinación de una de ellas, es suficiente para realizar el monitoreo del rendimiento productivo sin tener que sacrificar el animal.

Se ha reportado en la crianza de tilapias (*Oreochromis* spp.) gran adaptabilidad a distintos

ambientes; no obstante, es importante conocer los parámetros físico-químicos del agua como indicadores del bienestar en los peces, tales como oxígeno disuelto (OD), temperatura, pH, transparencia, dureza, amonio y alcalinidad. Alteraciones en los rangos de tolerancia de estos parámetros pueden causar problemas como hipoxia, inapetencia, atraso del crecimiento, incremento de la conversión alimenticia, inmunosupresión, susceptibilidad a enfermedades, deterioro de branquias y mortalidad, lo cual se traduce en considerables pérdidas económicas (Boyd, 1996; Kubitzka y Kubitzka, 2000; Valbuena y Cruz, 2006; Kubitzka, 2009; González *et al.*, 2010).

En relación a las condiciones de la crianza de tilapias con bienestar animal existen pocos trabajos al respecto, sin embargo se podrían adoptar los principios de la Declaración Universal de los Derechos de los Animales (WSPA, 2012), y la Ley para la Protección de la Fauna Doméstica Libre y en Cautiverio (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 39.338, de fecha 04/01/2010). Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue estudiar las condiciones físico-químicas del agua, la morfometría, la densidad de siembra y la mortalidad en las fases de Levante, Pre-engorde y Engorde de la Tilapia roja en una granja de la zona calida del estado Trujillo y su asociación con el bienestar animal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en una granja comercial dedicada a la producción intensiva de tilapia roja (Tetrahíbrido de *Oreochromis* spp.) ubicada en el asentamiento campesino Los Negros, sector El Jagüito, parroquia El Jagüito, municipio Andrés Bello, estado Trujillo, Venezuela, entre las coordenadas geográficas: 9°22'17,76"N y 70°40'45,75"O.

La zona de vida corresponde a un área de Bosque Seco Tropical, a 50 msnm, temperatura promedio anual de 29°C, precipitación promedio anual de 1.026,5 mm y humedad relativa del 71%.

### Crianza de tilapias

Se evaluó el bienestar animal durante la crianza intensiva de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.),

mediante el análisis de tres fases productivas (levante, pre-engorde y engorde). Para ello, se evaluaron por separado diferentes lotes de individuos en cada una de las fases productivas.

### Levante (L)

Se realizó con alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) con peso vivo promedio de 2,18 g, reversados mediante la hormona 17  $\alpha$ -metil-testosterona con 28 días de edad, y sembrados en un tanque de 200m<sup>2</sup> (volumen 12,5m x 16m x 1,4m= 280m<sup>3</sup>) a una densidad de siembra (DS) de 70 peces/m<sup>2</sup> (14.000 alevines). Estos permanecieron por un tiempo de dos meses. Durante esta etapa fueron alimentados con una frecuencia de cuatro veces/día con Puripargo® con 28% de proteína bruta (PB) y 3% de grasa cruda (GC). Se aplicó flujo continuo de agua para favorecer la oxigenación (50 L/min). Al culminar este ciclo, se clasificaron con selector (tamiz) de cinco cm de luz de malla, en ambos lados, reteniéndose aquellos ejemplares con un peso promedio de 50 g de peso vivo (PV) y una LT promedio de 11,7 cm.

### Pre-engorde (P)

Se realizó con pre-juveniles de dos meses de edad, seleccionados con PV de 50 g. Se empleó un tanque de 147m<sup>2</sup> (10,5m \*14m \* 1,2m= 205m<sup>3</sup>), la DS fue de 30 peces/m<sup>2</sup> (4.500 peces/tanque), donde permanecieron por un periodo de 3 meses, hasta alcanzar un PV que oscilaron entre 150-200g y una longitud total promedio de 16,4 cm. Durante esta etapa las tilapias fueron alimentadas dos veces/día con Puripargo® de 25% de PB y 3% GC.

### Engorde (E)

Se realizó durante 60 días, con juveniles de cinco meses de cría, y PV que osciló entre 150-200g, se empleó un tanque de 147m<sup>2</sup> (10,5m \*14m \* 1,2m= 205m<sup>3</sup>), con DS de 15 peces/m<sup>2</sup> (2.200 peces/tanque). Los individuos se alimentaron dos veces/día (Puripargo® de 25% de PB y 3% GC). Las tilapias permanecieron en esta fase hasta que alcanzaron un PV y longitud promedio de 450 g y 22,6 cm, respectivamente.

### Manejo de la calidad del agua

Durante todas las fases de crianza se mantuvo la aireación aportada por un Blower (1,5 HP) y

renovación de agua diaria del 25%. Cada ocho a diez días, el volumen de agua se renovó en un 100% del agua a fin de mantener las condiciones en la calidad del agua.

### Parámetros físico-químicos del agua

Se determinaron semanalmente los parámetros físico-químicos del agua, como factores que inciden en el bienestar de los peces cultivados (OIE, 2011). En tal sentido se determinaron el oxígeno disuelto (OD) y temperatura del agua (°C) con un medidor digital portátil (marca YSI, modelo 850), pH (marca YSI, modelo 63), la transparencia del agua (cm) se valoró con un disco de Secchi, amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), dureza, y la alcalinidad, mediante un kit de acuicultura (marca La Motte, modelo: PLN).

### Evaluación del crecimiento animal

Las mediciones morfométricas en cada una de las fases productivas, se basaron en las siguientes determinaciones corporales: Longitud Total en Levante (LTL), Pre-engorde (LTP) y Engorde (LTE), y Longitud Estándar en Levante (LSL), Pre-engorde (LSP) y Engorde (LSE). Se empleó un íctiometro convencional y vernier, según metodología empleada por Rojas-Runjaic *et al.* (2011). El PV en cada fase, correspondió al peso según la fase de producción (50 g en levante, 150-200 g en pre-engorde y 450 g en engorde).

El muestreo se realizó durante las primeras horas del día (07:00-08:00 am), a fin de evitar mayores efectos estresantes sobre los peces.

### Protocolo de muestreo

El muestreo de los parámetros físico-químicos del agua y de las variables morfométricas, se realizaron semanalmente durante un periodo de seis semanas consecutivas, en cada fase de crianza (levante, pre-engorde y engorde). En cada una de las fases, las mediciones se iniciaron a los 15 días de haberse iniciado las mismas, de acuerdo al protocolo de manejo de la granja.

### Mortalidad

La mortalidad se determinó diariamente en los tanques correspondientes a las tres fases de producción evaluadas.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con tres replicas utilizando las densidades de siembra como factor fijo (Levante: 70 peces/m<sup>2</sup>, Pre-engorde: 30 peces/m<sup>2</sup>, y Engorde: 15 peces/m<sup>2</sup>). Los tanques fueron considerados unidades experimentales y los peces unidades de muestreo.

### Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron sin considerar el sexo de los peces, en vista de ser animales reversados. Las bases de datos fueron creadas en hojas de cálculo MS Excel 2007, para lo cual se conformó un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables evaluadas.

Para determinar los valores estadísticos descriptivos media, desviación estándar, valor mínimo y máximo y establecer la existencia de diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las medias, tanto en los parámetros de las características físico-químicas del agua en las tres fases de crianza (Levante, Pre-engorde y Engorde) que pudieran afectar el bienestar animal y por ende su crecimiento, y para establecer los valores descriptivos y diferencias de las distintas variables morfométricas de cada fase productivas, se empleó el procedimiento PROC MEANS del SAS (SAS, 1999) con comparación de medias mediante la *t* de Student ( $P < 0,05$ ).

Para determinar correlaciones en los indicadores del crecimiento en las tres fases, se utilizó el procedimiento PROC CORR/Pearson del mismo SAS para variables numéricas continuas, se consideró asociación lineal significativa cuando la probabilidad fue  $P < 0,05$ . Los datos fueron analizados en el Centro Nacional de Cálculo Científico (CeCALCULA) de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables morfométricas

De acuerdo al manejo dado en la granja al momento de realizar la selección, la tilapia roja presenta medidas morfométricas aceptables según las tallas esperadas en las tres fases productivas (Cuadro 1).

La prueba de *t* de Student arrojó diferencias entre todas las variables morfométricas evaluadas,

Cuadro 1. Variables morfométricas en la crianza de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.) en una zona cálida tropical

Variable (cm)	Media	DS	mín	máx
Longitud total en levante	11,7 <sup>a</sup>	1,8	6,8	15,9
Longitud estándar en levante	10,3 <sup>a</sup>	3,3	5,1	22,9
Longitud total en pre-engorde	16,4 <sup>ab</sup>	1,2	13,9	18,6
Longitud estándar en pre-engorde	13,5 <sup>ab</sup>	1,1	11,2	15,4
Longitud total en engorde	22,6 <sup>c</sup>	1,4	19,2	24,7
Longitud estándar en engorde	19,2 <sup>c</sup>	1,5	16,2	24,1

Líneas con letras diferentes difieren significativamente (P<0,05).

DS: desviación estándar, min: mínimo, máx: máximo.

LTL–LTP (P<0,001), LTL–LTE (P<0,001), LTP–LTE (P<0,001), LSL–LSP (P<0,001), LSL–LSE (P<0,001), LSP–LSE (P<0,0019).

Esto evidencia que el manejo y clasificación realizada en la granja, para las posteriores etapas de la crianza, manifiestan una importante tendencia, indicando que la selección de los peces es un indicativo del bienestar animal acorde al crecimiento y desarrollo de esta especie para las subsiguientes fases productivas.

Estos resultados guardan relación a los criterios expresados por Diodatti *et al.* (2008) donde pone en evidencia que las medidas morfométricas puedan ser utilizadas como criterio de selección y control del crecimiento de las tilapias en las diferentes fases del ciclo de vida. Sin embargo, el modo de abordar el nexo entre variables morfométricas y productivas queda circunscrito a las condiciones experimentales de cada fase de producción y a las particularidades de los sistemas de manejo acuícola (Rojas-Runjaic *et al.*, 2011).

Considerando los aspectos de manejo dado a los peces en la granja, los ciclos de producción abarcan un periodo que oscila entre seis a siete meses (180 a 210 días), para obtener ejemplares con PV de 450g, y LT y LS promedios de 22,6cm y 19,2 cm, respectivamente. No obstante esto se ve influenciado por la calidad de alimento, densidad de siembra, y manejo del agua, los que proporcionan las condiciones ambientales de manejo y el bienestar para los peces sometidos a engorde.

Estas condiciones reflejan semejanzas a las descrita por otros autores en diferentes sistemas de producción de tilapias (Kubitza y Kubitza, 2000; Aguilar *et al.*, 2010). Similarmente las LT y LS finales muestran similitud a las descritas por Rojas-Runjaic *et al.* (2011), quienes reportaron valores entre 24,61 y 26,56 cm y 20,09 y 22,14 cm, para LT y LS, respectivamente.

Otro de los factores que pudo influir en los resultados de las variables morfométricas analizadas, lo constituye el proceso de reversión sexual al que fueron sometidos los peces para controlar la reproducción de juveniles en las etapas tempranas de la crianza. Valbuena y Cruz (2006) reportaron que los peces reversados pueden presentar similares condiciones de crecimiento acorde al desarrollo corporal.

A pesar de que existen pocas experiencias que han relacionado las medidas morfométricas en especies del género *Oreochromis*, Rojas-Runjaic *et al.* (2011) encontraron que los pesos corporales ejercieron una influencia en la morfometría. Indicando conjuntamente que la selección de las medidas morfométricas evaluadas permiten realizar un monitoreo apropiado del rendimiento cárnico de los peces sin tener que recurrir al sacrificio de los animales durante el ciclo de producción.

El coeficiente de Pearson arrojó la existencia de correlaciones entre las medidas morfométricas (P<0,05), a excepción de LSL-LTE y LSL-LSE (Cuadro 2).

Cuadro 2. Correlaciones entre las mediciones morfométricas de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.) en una zona cálida tropical

	LSL	LTP	LSP	LTE	LSE
LTL	0,56*	0,68*	0,69*	0,39*	0,41*
LSL		0,33*	0,37*	0,20	0,24
LTP			0,98*	0,55*	0,64*
LSP				0,55*	0,66*
LTE					0,72*

LTL: longitud total en levante, LSL: longitud estándar en levante, LTP: longitud total en pre-engorde, LSP: longitud estándar en pre-engorde, LTE: longitud total en engorde, LSE: longitud estándar en engorde. \*( $P < 0,05$ ).

Los valores en los coeficientes de las correlaciones en referencias a las longitudes totales, mostraron una tendencia a disminuir en la medida que los peces pasan a una subsiguiente fase en el ciclo productivo, LTL-LTP (0,68); LTP-LTE (0,55).

Estas correlaciones positivas encontradas para las fases consecutivas de levante y pre-engorde, evidenciaron que las mismas presentan diferencias significativas para las subsiguientes fases de crianza ( $P < 0,05$ ).

Reflejando, en base al análisis de las variables morfométricas evaluadas, que al realizar el ciclo de producción en fases, la tilapia roja, presenta una morfometría variable, pero en proporción a su desarrollo corporal, como fue el caso de los peces objeto del presente trabajo.

Asimismo, esto pone de manifiesto que la morfometría evidencia el grado de adaptación, la eficiencia biológica, las diferenciaciones morfológicas y cambios metabólicos en el desarrollo corporal que se originan en las especies acuáticas en relación a los recintos y sistemas de producción (Pineda *et al.*, 2004; Narváez *et al.*, 2005, Rojas-Runjaic *et al.*, 2011).

Resultados similares han sido reportados anteriormente en tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) por Silva *et al.* (2009), quienes constataron que las variaciones morfométricas disminuyeron cuando los peces superaban un peso vivo de 450 g. Por su parte Lundstedt *et al.* (1997) igualmente en *O. niloticus*, evidenciaron en ejemplares reversados, características morfométricas similares a grupos de

peces no reversados, excepto en las longitudes de la cabeza. No obstante, ambos estudios enfocaron las relaciones existentes entre las medidas morfométricas y los rendimientos en canal y fileteado y no su relación con el crecimiento de los peces en los sistemas de producción utilizados y su bienestar animal.

Narváez *et al.* (1995), comprobaron que ejemplares en cautiverio de *O. niloticus* poseían la cabeza más afinada que los individuos provenientes de ambientes naturales. Estos últimos presentaban un cuerpo más corto y menos robustos que los individuos mantenidos en estanques. Lo que pone de manifiesto que el ambiente acuático ejerce una influencia directa sobre la diferenciación morfométrica en estos cíclidos. Lo anterior posiblemente guarde relación con lo encontrado en las variables morfométricas analizadas que variaron según el crecimiento de los peces y las tres fases de producción analizadas.

#### Parámetros físicos-químicos del agua

Los parámetros del agua registrados durante el presente estudio no difieren mucho a los reportados para esta especie en otros sistemas de producción y manejo de tilapia (Cuadro 3) (Leonhardt *et al.*, 2006; García y Calvario, 2008; Kubitzka, 2009; Rojas-Runjaic *et al.*, 2011).

Los resultados de la Prueba *t* de Student no mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los respectivos estanques, sólo la dureza mostró diferencias entre los estanques utilizados en las fase de pre-engorde (P) y engorde (E) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros físico-químicos del agua en la crianza de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en una zona cálida tropical.

Parámetro	Levante			Pre-engorde			Engorde			Rango normal*
	M + DS	min	máx	M + DS	min	máx	M + DS	min	máx	
pH	7,8 ± 0,4	6,7	7,9	7,1 ± 0,2	6,7	7,3	7,5 ± 0,5	7,0	8,1	6-9
Oxígeno Disuelto	3,6 ± 0,7	2,7	4,6	4,1 ± 0,9	2,7	5,1	4,1 ± 0,9	2,4	4,9	4-5 mg/L
Temperatura	28,1 ± 0,6	27,3	28,9	28,0 ± 0,5	27,3	28,9	27,8 ± 0,3	27,2	28,1	27-32 °C
Trasparencia	42,4 ± 1,4	40,0	44,0	42,4 ± 1,3	40,0	44,0	39,4 ± 5,2	35,0	46,0	30-45cm
Amonio	0,2 ± 0,1	0,1	0,3	0,2 ± 0,0	0,2	0,3	0,2 ± 0,1	0,1	0,3	< 2 mg/L
Dureza	46,1 ± 2,9 <sup>a</sup>	41,3	49,1	46,7 ± 1,3 <sup>a</sup>	44,9	48,3	48,7 ± 0,8 <sup>b</sup>	48,2	49,7	40 y 200 mg/L
Alcalinidad	40,0 ± 6,3	28,1	44,2	42,2 ± 1,6	39,4	44,2	42,5 ± 0,8	41,4	43,2	50-200mg/L

Líneas con letras diferentes difieren significativamente (P<0,05).

M + DS: media + desviación estándar, min: mínimo, máx: máximo.

\*: Según Boyd (1996); Kubitz y Kubitz (2000) y González *et al.* (2010).

Lo anterior puede ser atribuible al mayor tamaño de los peces y por ende mayor eliminación de heces. Esta dureza está muy relacionada con la alcalinidad, y la capacidad del medio para resistir cambios en el pH del agua (Boyd, 1996).

Los valores de temperatura, pH, transparencia fueron los valores más ajustados en referencia a los indicados por diferentes autores para esta especie (Boyd, 1996; García y Calvario, 2008; Kubitza y Kubitza, 2000; González *et al.*, 2010). Los valores para estos parámetros oscilaron entre 27,8-28,1°C; 7,1-7,8 y 39,4-42,4 cm; respectivamente.

Aunque la dureza mostró similitud a los rangos para asegurar el bienestar en las especies de *Oreochromis*, la alcalinidad estuvo entre 40 y 42,5 mg/L, inferiores a los reportados. Otros autores (Boyd, 1996; González *et al.*, 2010) han indicado que estos parámetros deben ser muy semejantes según el rango normal reportado (Cuadro 3).

Se ha señalado que el manejo de la calidad del agua no solamente debe cubrir los requerimientos físico-químicos para la especie, sino que debe de estar libre de contaminante químico y biológico que pueda afectar el desempeño y bienestar de los peces (Boyd, 1996; Valbuena y Cruz, 2006; Håstein, 2008). Sin embargo, se aprecia que de acuerdo al rango óptimo para el adecuado desarrollo de las tilapias, los valores de OD registrados en la fase de L (3,6 mg/L) estuvieron por debajo del rango inferior sugerido para las especies del género *Oreochromis* (Cuadro 3), lo que pudiera provocar situación de estrés e inapetencia en los animales.

Lo anterior pudiera atribuirse a que en la crianza de tilapia roja, se evidencia una disminución en la tasa de respiración a medida que los organismos crecen, donde los peces de mayor tamaño manifiestan un menor consumo de oxígeno, en comparación con los ejemplares pequeños, que demandan mayor tenores (Valbuena y Cruz, 2006). Estos mismos autores consideran, que los peces mayores toleran de manera más eficiente, cuerpos de agua con menor valor de OD, lo cual permite determinar las respectivas capacidades de carga o densidades de siembra, de acuerdo con el tamaño de los peces y las condiciones del cultivo.

En la fase de P y E, estos valores de OD fueron semejantes (4,1 mg/L), y se consideran aceptables

según el rango óptimo para un adecuado desarrollo y bienestar en las especies de tilapias.

En tal sentido, se torna necesaria la práctica del recambio diario de agua para favorecer la oxigenación, así como la valoración continua de los parámetros del agua para poder determinar posibles factores estresantes y eliminarlos oportunamente. Los beneficios de estas prácticas de renovación continua del agua han sido comprobados por Andrade *et al.* (2011), los cuales en una experiencia de engorde intensivo de cachama, *Colossoma macropomum*, evidenciaron que el correcto manejo de la calidad del agua fue uno de los factores determinantes para asegurar la sobrevivencia de los individuos.

Por otra parte, los contenidos de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) obtenidos, como producto del metabolismo natural de los peces, sugirieron que el recambio total del agua en el intervalo y frecuencia utilizado en este estudio contribuyeron a eliminarlos significativamente, de tal forma que los valores registrados en las tres fases estuvieron por debajo de los esperados para las especies del género *Oreochromis* (Boyd, 1996; González *et al.*, 2010), favoreciendo el bienestar de los peces. Valores altos de este parámetro pueden ocasionar deterioro de branquias (Kubitza y Kubitza, 2000), comprometiendo similarmente además, la tasa respiratoria.

### Mortalidad

Al culminar la fase de L se obtuvo una población de 11.200 peces, lo que representó una mortalidad del 8%. En la fase de P se obtuvo una supervivencia de 4.275 peces, para una mortalidad del 5% y durante el E la mortalidad fue del 3%, reflejando una sobrevivencia de 2.134 peces. Estos resultados mostraron que en los distintos lotes se redujo la mortalidad en la subsiguiente fase productiva.

Kubitza (2009) reportó que en la producción de tilapia la mortalidad total no debe sobrepasar el 10%. Este valor se muestra inferior al encontrado y sugerido en esta observación, que correspondió al 16%.

Este valor de mortalidad pudiera ser reducido durante todas las fase de crianza, mediante una mejor observación de las conductas de los peces y mejores prácticas durante el manejo de los peces en los estanques de producción, incluyendo un mejor cuidado y protección de alevines y juveniles de

potenciales depredadores, mantenimiento de lotes uniformes en los estanques y uso más eficiente de los recintos de producción.

### CONCLUSIONES

Las características morfométricas variaron de acuerdo al desarrollo y en cada fase de la crianza de la tilapia roja (*Oreochromis* spp.), lo cual, a su vez, estuvo determinado por la selección de los peces en las tres fases evaluadas, encontrándose que los coeficientes de correlación en las longitudes totales, tienden a disminuir a medida que los peces pasan a la subsiguiente fase durante en el ciclo productivo.

Las medidas morfométricas pueden ser utilizadas como indicadores del bienestar animal durante las fases de crianza y en la evaluación del crecimiento en las especies del género *Oreochromis*.

La mortalidad en la fase de L fue elevada pero disminuyó durante las fases de P y E planteando la necesidad de ajustes en el manejo durante el levante para reducirla a niveles cercanos al 10%. Este estudio mostró que bajo el esquema de confinamientos por lotes, los peces de mayor tamaño presentaron mejor resistencia y tolerancia a las técnicas de manipulación, densidad de engorde y variaciones de los parámetros físico-químicos del agua.

Se recomienda continuar con los estudios que relacionen las variables analizadas con el bienestar animal en peces de aguas cálidas.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la empresa Agropecuaria “El Limonal, C.A.” por facilitar las condiciones técnicas para desarrollar la investigación. Igualmente, Al Centro Nacional de Cálculo Científico (CeCalCULA) de la Universidad de Los Andes (ULA) por la realización de los análisis estadísticos realizados.

### LITERATURA CITADA

- Aguilar, F., G. Afanador-Téllez y A. Muñoz-Ramírez. 2010. Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. Chitralada) en un ciclo comercial de producción. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 57:104-118.
- Andrade, G., Y. Méndez y D. A. Perdomo. 2011. Engorde experimental de cachama (*Colossoma macropomum*) en la Estación Local El Lago, estado Zulia, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 29(2):213-219.
- Boyd, C. 1996. Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62 p.
- Castillo, O. 2005. La piscicultura como alternativa de producción animal en Venezuela. *En: Nieves, D., J. Vivas y C. Zambrano (Eds.). Sistemas integrados de producción con no rumiantes. UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela. pp. 44-46.*
- Diodatti, F.C., R.T. Fonseca, T.A. Freato, P.A. Ribeiro y L.D. Solis. 2008. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Anales de Veterinaria*, 24: 45-55.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. Ley para la protección de la fauna doméstica y en cautiverio. G.O. N° 39.338 de fecha 04/01/2010.
- García, A. y O. Calvario. 2008. Manual de buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para la inocuidad alimentaria. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo (CIAD). Mazatlán, Sinaloa, México. 104. p.
- Giménez, E.; F. Bortone, R. Royero, E. Piñero, M. González-Estopiñán, R. Valecillos, L. Peña, M. Lemus y M. Capecchi. 1995. La acuicultura en Venezuela, una alternativa de desarrollo. SARPA-MAC. Caracas, Venezuela. 230. p.
- González, R., O. Romero y M. Valdivié. 2010. Evaluación de la calidad del agua y su influencia en el cultivo de la tilapia. Disponible en línea: <http://www.vet-uy.com/articulos/piscicultura/050/020/pec020.htm>. [Enero 04, 2012].
- Håstein, T. 2008. Bienestar de los peces en los establecimientos de acuicultura. *Boletín OIE*, 2:8-10.
- Huntingford, F., C. Adams, V. Braithwaite, S. Kadri, T. Pottinger, S. Sandøe and J. F. Turnbull. 2006.

- Review paper: current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology*, 68: 332-372.
- Kubitzka, F. 2009. Produção de tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. *Panorama da Aqüicultura*, 115:14-21.
- Kubitzka, F., L. Kubitzka. 2000. Tilápias: qualidade água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. Parte I. *Panorama da Aqüicultura*, 59: 44-53.
- Leonhardt, J. H., M. C. Filho, H. Frossard e A. Machado. 2006. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Ciências Agrárias*, 27(1): 125-132.
- Lundstedt, M. L., J. H. Leonhardt e A. L. Dias. 1997. Alterações morfológicas induzidas pela reversão sexual em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Revista UNIMAR*, 19(2):461-472, 1997.
- Molento, C. F. M. y G. Dal Pont. 2010. Diagnóstico de bem-estar de peixes. *Ciênc. Vet. Tróp.*, 13 (Supl. 1): 6-11.
- Narváez, J. C., A. Acero y J. Blanco. 2005. Variación morfológica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 29:383-394.
- OIE. Oficina Internacional de Epizootias. 2011. Código sanitario para los animales acuáticos 2011. Décima cuarta edición. Disponible en línea: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico>. [Febrero 24, 2012].
- Oliveira, R. F. e L. Galhardo. 2007. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. *R. Bras. Zootec.*, 36:77-86.
- Pedrazzani, A. S., C. F. M. Molento, P. C. F. Carneiro e M. Fernandes. 2007. Senciência e bem-estar de peixes: uma visão de futuro do mercado consumidor. *Panorama da Aqüicultura*, 102:24-29.
- Pineda, H. S., L. F. Restrepo y M. O. Ángel. 2004. Comparación morfológica entre machos y hembras de cachama negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 17 (Supl.): 24-29.
- Relić, R. R., S. V. Hristov, M. M. Vučinić, V. D. Poleksić and Z. Z. Marković. 2010. Principles of fish welfare assessment in farm rearing conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 55(3):273-282.
- Rojas-Runjaic, B., D. A. Perdomo, D. E. García, M. González-Estopiñán, Z. Corredor, P. Moratinos y O. Santos. 2011. Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producidas en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 29(1):113-126.
- Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 231:113-122.
- Silva, F. V., N. L. Franco, J. S. Vieira, A. J. Tessitore, L. L. Oliveira e E. P. Saraiva. 2009. Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas de peso. *R. Bras. Zootec.*, 38(8): 1407-1412.
- WSPA. Sociedad Mundial para la Protección Animal. 2012. Declaración Universal para el Bienestar Animal. Disponible en línea: <http://www.wspa-internacional.org/news-archive/oldnews62>. [Febrero 24, 2012].
- SAS. Statistical Analysis Systems Institute. 1999. User's Guide. SAS Institute INC., Cary, University North of Caroline, USA. 1999.
- Valbuena, R. D. y P. E. Cruz. 2006. Efecto del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de tilapia roja (*Oreochromis ssp*). *Orinoquia*, 10(1):57-63.

Nota Técnica

**Evidencia molecular de transmisión transplacentaria de *Anaplasma marginale* en becerros neonatos cebú de Venezuela**

Jesús Maldonado<sup>1-2\*</sup>, Alfredo Coronado<sup>2</sup>, Andrés Kowalski<sup>1</sup> y Juan Medina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Decanato de Agronomía, Laboratorio de Diagnóstico Molecular–Laboratorio de Embriología y Endocrinología Molecular, Núcleo Tarabana, Cabudare, estado Lara, Venezuela.

<sup>2</sup> Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Decanato de Ciencias Veterinarias, Núcleo “Héctor Ochoa Zuleta”. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

<sup>3</sup> Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Estación Experimental “La Cumaca”. San Felipe, estado Yaracuy, Venezuela. \*Correo electrónico: [jesusmaldonado@ucla.edu.ve](mailto:jesusmaldonado@ucla.edu.ve).

---

RESUMEN

*Anaplasma marginale* es la protobacteria de mayor prevalencia en el ganado bovino a nivel mundial. Este patógeno se multiplica en los eritrocitos y endotelio causando la enfermedad hemolítica denominada anaplasmosis, que en su fase aguda se acompaña de anemia, pérdida de peso e incluso la muerte. Se asume que el microorganismo es transmitido biológicamente por ixódidos, mecánicamente por dípteros hematófagos, iatrogénicamente o por vía transplacentaria. Con el fin de detectar la presencia de *A. marginale* en becerros neonatos de un rebaño Brahman del estado Yaracuy, Venezuela, se colectaron muestras de sangre de 29 crías con menos de 24 horas de nacidas y sus correspondientes madres recién paridas. El ADN obtenido de las 58 muestras fue sometido a una PCR anidada (PCRa) específica para el diagnóstico de *Anaplasma* spp. Adicionalmente a los sueros de las 29 madres se les realizó un ELISA competitivo (ELISAc) para el diagnóstico de anaplasmosis utilizando el protocolo señalado por la casa comercial VMRD. Los resultados mostraron que en el 20,69% de las crías (6 neonatos) se obtuvo amplificación del gen *msp5* de *Anaplasma* spp, mientras que todas las muestras de las madres eran positivas a la PCRa y al ELISAc. La evidencia experimental obtenida indica que la presencia de la protobacteria en animales con menos de 24 horas de nacidos es producto de la transmisión transplacentaria de la madre infectada al feto durante la gestación y pone de manifiesto que bajo las condiciones estudiadas esta vía de transmisión es importante en la diseminación del patógeno.

*Palabras clave:* Anaplasmosis neonatal, *Anaplasma marginale*, PCR anidado, ELISA competitivo, *msp5*, transmisión transplacentaria.

---

**Molecular evidence of transplacental transmission of *Anaplasma marginale* in zebu neonatal calves of Venezuela**

ABSTRACT

*Anaplasma marginale* is the most prevalent protobacteria in cattle worldwide. This pathogen multiplies in the erythrocytes and endothelium causing a hemolytic disease called anaplasmosis, which in its acute phase is accompanied by anemia, weight loss and even death. It is assumed that the organism is transmitted biologically by ixodides, mechanically by haematophagous dipterans, iatrogenically or by transplacental transmission. In order to detect neonatal anaplasmosis in a Brahman herd of the Yaracuy State, Venezuela, blood samples were collected from 29 calves less than 24 hours old and their postpartum mothers. The DNA obtained from 58 samples was subjected to a nested PCR (nPCR) specific for the diagnosis of *Anaplasma* spp. In addition the serum

of the 29 mothers was evaluated by a competitive ELISA (ELISAc) for diagnosis of anaplasmosis using the protocol indicated by the commercial house VMRD. The results showed that in 20.69% of the offspring (6 calves) gene amplification was obtained from *msp5* of *Anaplasma* spp, while all the samples from the mothers were positive for nPCR and ELISAc. The experimental evidence obtained indicates that the presence of protobacteria in animals less than 24 hours of birth is the result of transplacental transmission from the infected mother to the fetus during pregnancy and shows that under the studied conditions this route of transmission is important in the spread of the pathogen.

*Key words:* Neonatal anaplasmosis, *Anaplasma marginale*, nested PCR, competitive ELISA, *msp5*, transplacental transmission.

## INTRODUCCIÓN

La anaplasmosis es una importante enfermedad del ganado bovino, con alta prevalencia en las regiones tropicales y sub-tropicales del mundo (Valdez *et al.*, 2002), constituyendo uno de los principales factores limitantes en el desarrollo de la ganadería en gran parte de las regiones tropicales y sub-tropicales (Gringoli *et al.*, 2002; Kocan *et al.*, 2003).

La enfermedad es causada por *Anaplasma marginale*, una protobacteria del orden *Rickettsiales*, Familia *Anaplasmataceae* (Dumler *et al.*, 2001), que se multiplica en el interior de los eritrocitos de los bovinos (Kocan *et al.*, 2003), células endoteliales (Munderloh *et al.*, 2004; Carreño *et al.*, 2007) y en varios tejidos de ixódidos (De la Fuente *et al.*, 2003). De manera similar a otros patógenos *Rickettsiales*, es transmitido biológicamente por ixódidos, de manera mecánica por dípteros hematófagos, iatrogénicamente o por vía transplacentaria (Aubry y Geale, 2010).

El diagnóstico clínico de la anaplasmosis es complejo porque los síntomas son comunes a varias hemoparasitosis, tales como la babesiosis y la tripanosomosis (Coronado, 2001). Se considera que la inoculación de eritrocitos infectados con *A. marginale* en becerros esplenectomizados susceptibles es la prueba definitiva para el diagnóstico de anaplasmosis, pero este procedimiento no es práctico como prueba de rutina (OIE, 2008; Torioni *et al.*, 1998). En este sentido, la identificación microscópica del patógeno en frotis, constituye una evidencia diagnóstica importante, pero esto sólo es posible cuando la rickettsemia es alta, y además, posibles artefactos pueden arrojar falsos positivos (OIE, 2008).

Por otro lado, ensayos serológicos de diagnóstico, tales como el ELISA indirecto (Eleizalde *et al.*, 2007) y ELISA competitivo (ELISAc) (OIE, 2008),

que emplean antígenos recombinantes de la proteína MSP5, y que en el caso del ELISAc han mostrado valores de sensibilidad y especificidad que permiten su validación en estudios epidemiológicos (OIE, 2008). No obstante y a pesar de sus ventajas, el diagnóstico serológico no es aplicable en todas las circunstancias, pues requiere una respuesta inmune adecuada por parte del huésped infectado para que se genere suficiente cantidad de anticuerpos que puedan ser detectados (Aubry y Geale, 2010).

Por último, se han desarrollado técnicas moleculares con fines diagnósticos, y más específicamente, la reacción en cadena de la polimerasa anidada (PCRa) (OIE, 2008; Torioni *et al.*, 1998), que puede ser considerada como potencial prueba definitiva o “Prueba de Oro” para identificar los animales verdaderamente infectados, fundamentalmente por tres razones: a. La PCRa tiene una sensibilidad cinco órdenes de magnitud superior a la visualización del patógeno en frotis. b. La técnica puede identificar inequívocamente bajos niveles de rickettsemia en animales persistentemente infectados, independientemente de la fluctuación en el número de eritrocitos infectados. c. Los análisis de la secuencia del gen blanco (*msp5*), amplificado por la técnica, se mantienen altamente conservados en regiones de alta prevalencia de la enfermedad (Torioni *et al.*, 1998).

A pesar de los avances realizados en la comprensión de la anaplasmosis, se requieren más estudios tendientes a profundizar el conocimiento de la epidemiología de esta patología en los países de América Latina (Coronado, 2001). En este sentido se posee escasa información sobre el papel de la transmisión transplacentaria, a pesar de que en Venezuela se han reportado evidencias indirectas de esta vía de transmisión (Rey *et al.*, 2003), e incluso de evidencias directas mediante detección molecular

de ADN del patógeno en becerros con más de 8 días de nacidos (Añez *et al.*, 2010). En este orden de ideas y con la finalidad de contribuir al conocimiento de esta importante enfermedad, se realizó un estudio tendiente a detectar molecularmente a *Anaplasma* spp en neonatos de menos de 24 horas de nacidos en un rebaño Brahman del estado Yaracuy, Venezuela y comprobar la transmisión transplacentaria de la madre infectada al feto durante la gestación, como una vía de transmisión importante en la diseminación del patógeno y mantenimiento de la enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se colectaron, mediante venipunción yugular, muestras de sangre completa en tubos al vacío con y sin anticoagulante con agujas desechables (Vacutainer®) a un total de 29 becerros neonatos y sus correspondientes 29 madres recién paridas pertenecientes a un rebaño Brahman de una estación experimental propiedad de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en el estado Yaracuy (09° 50' 08", 10° 46' 31" de latitud norte y 68° 14' 14", 69° 13' 55" de longitud oeste), bajo condiciones de bosque seco tropical, a una altitud de 130 m.s.n.m., con valores promedio anuales de 27°C de temperatura y 1700 mm de precipitación. Al momento de llevar a cabo el muestreo ninguno de los animales seleccionados presentaban síntomas clínicos de anaplasmosis. Las muestras de sangre con anticoagulante fueron alicuotadas en tubos de 2 mL con tapa de rosca y se almacenaron a -80°C hasta su procesamiento para la extracción de ADN, mientras que la sangre sin anticoagulante fue centrifugada a 4.000 r.p.m durante 5 minutos y el suero colectado fue trasvasado a tubos debidamente rotulados de 1,5 mL y conservados a -20°C, para su posterior examen serológico. El tamaño de la muestra fue estimado mediante el programa Epiinfo versión 3.3.2 (2005) para prevalencia desconocida.

Las pruebas de ELISAc se realizaron con un estuche comercial, siguiendo las recomendaciones del fabricante (Anaplasma Antibody Test Kit, c-ELISA elaborado por VMRD, Inc., 4641 Pullman-Albion Rd., P.O. Box 502, Pullman, Washington 99163, USA. Las densidades ópticas de las muestras analizadas fueron registradas por un lector de ELISA ( $\mu$ Quant™ *Microplate Spectrophotometer*, BioTek Instruments, Inc., Winooski, Vermont, USA) usando el Software KC Junior (*KCJunior™ Data Analysis Software*,

BioTek Instruments, Inc., Winooski, Vermont, USA). Los Porcentajes de Inhibición (% I) fueron calculados en la hoja de cálculo Excel 2007.

En el Laboratorio de Diagnóstico Molecular adscrito al Laboratorio de Embriología y Endocrinología Molecular DA-UCLA, a partir de las muestras de sangre colectadas con anticoagulante, se realizó la extracción del ADN utilizando un estuche comercial y siguiendo las recomendaciones del fabricante (QIAamp®DNA Mini Kit – Qiagen).

Para el diagnóstico molecular de *A. marginale*, se empleó la metodología de dos ciclos de amplificación denominada PCR anidada (PCRa), propuesta por Torioni *et al.*, (1998), usando el estuche comercial "PCR Master Mix" (Promega) en un termociclador Eppendorf Mastercycler gradient Modelo 22331.

En la primera ronda se emplearon los oligonucleótidos msp5/1: 5'-GCATAGCCTCCGCGTCTTTC-3' y msp5/2: 5'-TCCTCGCCTTGGCCCTCAGA-3' que amplifican parte de la secuencia del gen *msp5* obtenido de la cepa Florida de *A. marginale* (acceso en GeneBank N° M933992), que genera una banda de 458 pb. La mezcla de reacción fue: 5  $\mu$ L del ADN problema, 12,5  $\mu$ L PCR Master-Mix; 1  $\mu$ L de cada uno de los oligonucleótidos cebadores msp5/1 y msp5/2 (cada uno a una concentración 20  $\mu$ M) y 5,5  $\mu$ L de agua megapura estéril libre de ADNasa y ARNasa.

Las amplificaciones fueron hechas con un precalentamiento a 95°C durante 4 minutos, seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 95°C durante 30 segundos, alineamiento a 60,2°C durante 58 segundos y extensión a 72°C durante 30 segundos, complementada con una extensión final a 72°C durante 10 minutos.

Para la segunda ronda se emplearon los oligonucleótidos msp5/2: 5'-TCCTCGCCTTGGCCCTCAGA-3' y msp5/3: 5'-TACACGTGCCCTACCGAGTTA-3' que amplifican una sección interna de la secuencia previamente amplificada en la primera ronda, y que genera una banda de 344 pb. La mezcla de reacción fue: 1  $\mu$ L del producto de PCR amplificado en la primera ronda, 12,5  $\mu$ L PCR Master-Mix; 1  $\mu$ L de cada uno de los oligonucleótidos cebadores msp5/2 y msp5/3 (cada uno a una concentración 20  $\mu$ M) y 9,5  $\mu$ L de agua

megapura estéril libre de ADNasa y ARNasa. Las amplificaciones de la segunda ronda fueron hechas con un precalentamiento inicial a 95°C durante 4 minutos, seguido de 25 ciclos de desnaturalización a 95°C durante 30 segundos, alineamiento a 62,2°C durante 58 segundos y extensión a 72°C durante 30 segundos, con una extensión al final de los 25 ciclos a 72°C durante 10 minutos. Los productos de PCR (primera ronda) y PCRa (segunda ronda) fueron visualizados en geles de agarosa al 1% coloreados con Bromuro de ethidio después de realizada la electroforesis a 86 Volt, durante 45 minutos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las muestras estudiadas permitió la detección molecular de ADN de *A. marginale*, mediante la amplificación del gen *msp5* del patógeno, en 6 de las 29 muestras colectadas de vacunos neonatos con menos de 24 horas de nacidos, lo que corresponde al 20,69% de las crías estudiadas (Figura 1).

Por otro lado, en las 29 muestras provenientes de las madres de los neonatos se observó amplificación específica del gen estudiado, al mismo tiempo, que en todas las muestras de suero de las madres se encontró la presencia de anticuerpos específicos contra la proteína MSP5 de *Anaplasma* spp mediante la prueba de ELISAc, lo que indica que en el rebaño estudiado la presencia de la bacteria es muy alta.

Con el fin de determinar la presencia de *A. marginale* en las crías recién nacidas estudiadas, se empleó la técnica de PCRa debido su extremadamente alta sensibilidad, lo que permite la detección del patógeno aún cuando la tasa de infección sea muy baja en los neonatos (Aubry y Geale, 2010; OIE, 2008).

Los resultados obtenidos concuerdan con reportes previos que demuestran la transmisión transplacentaria de *A. marginale*, realizados bajo condiciones de laboratorio (Potgieter y Rensburg, 1987) y de campo (Zauug y Kutler, 1984; Zauug, 1985) y refuerza el estudio realizado por Rey *et al.*,

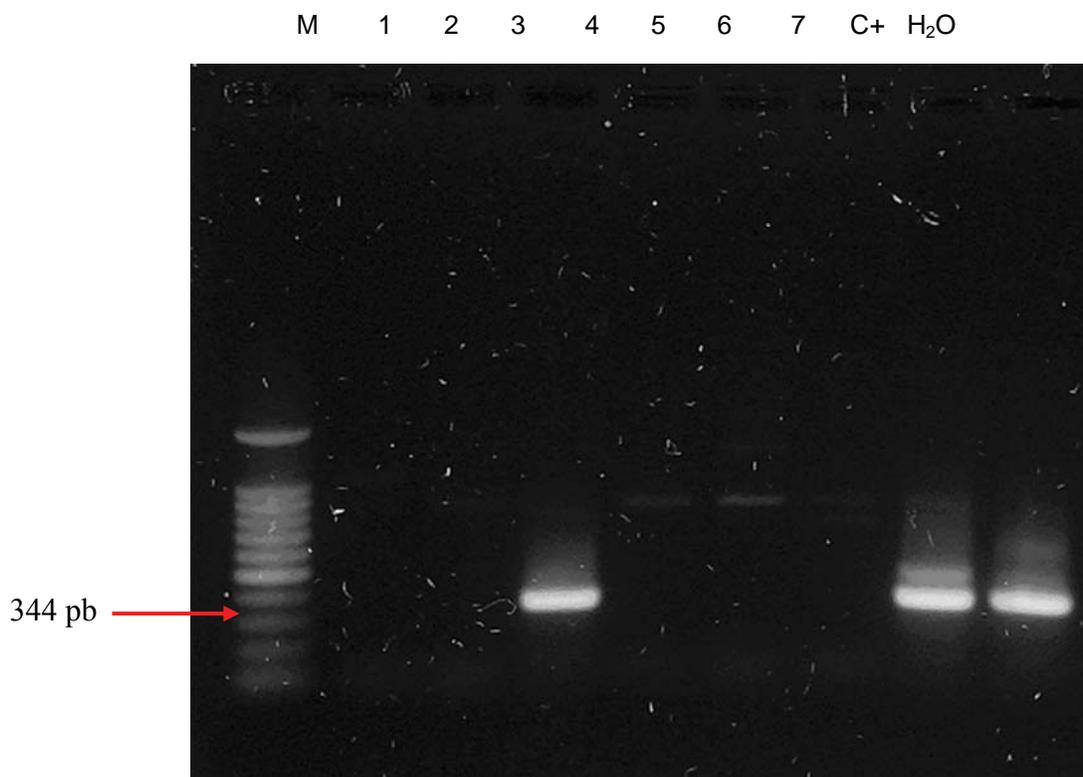


Figura 1. Detección de *Anaplasma* spp en neonatos de menos de 24 horas de nacidos. Carril M: Marcador de peso molecular (100 pb). Carriles: 1, 2, 4, 5, 6 neonatos negativos. Carriles: 3 y 7 neonatos positivos. Carril C+: Control Positivo. Carril H2O: Control Negativo (amplificado de segunda ronda del PCRa 344 pb)

2003, quienes infirieron la posibilidad de transmisión transplacentaria bajo las condiciones tropicales de Venezuela.

Al mismo tiempo, ésta investigación complementa el reporte realizado por Añez *et al.*, 2010, quienes trabajando con becerros mayores a 8 días de edad, sugieren la posibilidad de transmisión transplacentaria en 5 de los 10 becerros que resultaron positivos al PCR para el diagnóstico de anaplasmosis en dicho estudio, no obstante, debido a la naturaleza del trabajo no fue posible controlar fuentes de infección iatrogénica o vectorial mecánica que hayan podido ser la fuente de infección para los becerros y de hecho los autores reportan como positivos dos becerros de 10 y 17 días de edad, cuyas madres eran negativas para *A. marginale*.

Con la finalidad de superar posibles ambigüedades a la hora de interpretar los resultados, en el presente estudio se muestrearon neonatos con menos de veinticuatro horas de nacidos, razón por la cual la evidencia obtenida indica que la presencia de la protobacteria en estos becerros recién nacidos es producto de la transmisión transplacentaria de la madre infectada al feto durante la gestación y no de la evolución del periodo de incubación de *A. marginale* que oscila entre los 7 y 60 días post-infección (Kocan *et al.*, 2003).

Los resultados de esta investigación ponen de manifiesto que, bajo las condiciones estudiadas, la transmisión transplacentaria es importante en la diseminación del patógeno correspondiéndose con las afirmaciones hechas por otros autores (Añez *et al.*, 2010; Kocan *et al.*, 2003), donde esta vía de transmisión resulta relevante.

### CONCLUSIONES

El estudio de las muestras mediante la PCRa permitió la amplificación del gen *msp5* en el 20,69% de los becerros neonatos de menos de 24 hora de vida y en el 100% de las hembras recién paridas madres de los neonatos estudiados, demostrando la eficacia del uso de herramientas moleculares para evidenciar la presencia de *A. marginale*, independientemente de la tasa de infección y ausencia de síntomas clínicos de la enfermedad en el animal infectado.

La demostración molecular de la presencia de *A. marginale* en becerros neonatos resalta la importancia de la vía transplacentaria en el mantenimiento y

diseminación de de la bacteria en los rebaños y refuerza la argumentación de que en países como Venezuela, donde la garrapata de un solo hospedador *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* es el ixodido más prevalentemente observado sobre los vacunos, otras vías de transmisión del patógeno, tales como la transplacentaria, la mecánica o la iatrogénica pueden tener un papel más relevante en la epidemiología de la enfermedad.

### LITERATURA CITADA

- Añez-Rojas, N., O. Romero, H. Valbuena, G. Crisante, A. Rojas, A. Bolívar y N. Añez. 2010. Detección de Transmisión Transplacentaria de *Anaplasma marginale* en Bovinos Asintomáticos. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 20 (4): 377-382.
- Aubry, P. and D. Geale. 2010. A Review of Bovine Anaplasmosis. *Transboundary and Emerging Diseases*. 58 (2011): 1-30.
- Carreño, A., A. Alleman, A. Barbet, G. Palmer, A. Moh and C. Johnson. 2007. In vivo Endothelial Cell Infection by *Anaplasma marginale*. *Veterinary Pathology*. 44: 116-118.
- Coronado, A. 2001. Is *Boophilus microplus* the main vector of *Anaplasma marginale*?. Technical Note. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 11 (5): 408-411.
- De la Fuente, J., E. Blouin and K. Kocan. 2003. Infection Exclusion of the Rickettsial Pathogen *Anaplasma marginale* in the Vector *Dermacentor variabilis*. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 10 (1): 182-184.
- Dumler S., A. Barbet, C. Bekker, G. Dasch, G. Palmer, S. Ray, Y. Rikihisa and F. Rurangirwa. 2001. Reorganization of genera in the families *Rickettsiaceae* and *Anaplasmataceae* in the order Rickettsiales: unification of some species of *Ehrlichia* with *Anaplasma*, *Cowdria* with *Ehrlichia* and *Ehrlichia* with *Neorickettsia*, descriptions of six new species combinations and designation of *Ehrlichia equi* and 'HGE agent' as subjective synonyms of *Ehrlichia phagocytophila*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 51: 2145-2165.

- Eleizalde, M., H. Caballero y A. Reyna. 2007. Evaluación y mejoramiento del ensayo inmunoenzimático (ELISA) para el diagnóstico de la anaplasmosis bovina, utilizando la MSP5 recombinante como antígeno. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 17 (4): 349-356.
- Gringoli, G., D. Otranto, G. Testini, V. Buono, G. DiGiulio, D. Traversa, R. Lia, L. Rinaldi, V. Veneziano and V. Puccini. 2002. Epidemiology of bovine tick-borne diseases in southern Italy. *Veterinary Research*. 33: 421-426.
- Kocan, K., J. De la Fuente, A. Guiliemone and R. Meléndez. 2003. Antigens and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle. *Clinical Microbiology Reviews*. 16 (4): 698-712.
- Munderloh, U., M. Lynch, M. Herron, A. Palmer, T. Kurtti, R. Nelson and J. Goodman. 2004. Infection of endothelial cells with *Anaplasma marginale* and *A. phagocytophilum*. *American Veterinary Microbiology*. 101: 53-64.
- OIE. Organización Internacional de Epizootias. 2008. Capítulo 2.4.1 Anaplasmosis Bovina. En: Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. Sexta Edición, Paris, pp. 599-610.
- Potgieter, F. and L. Rensburg. 1987. The persistence of colostral *Anaplasma* antibodies and incidence of in utero transmission of *Anaplasma* infections in calves under laboratory conditions. *The Journal of Onderstepoort Veterinary Research*. 54 (4): 557-560.
- Rey, C., P. Aso, A. Coronado. 2003. Prevalence of *Anaplasma marginale* and specific antibodies in new born calves. *Acta Científica Venezolana*, 54 (2): 121-126.
- Torioni, S., D. Knowles, T. McGuire, G. Plmer, C. Suárez and T. McElwain. 1998. Detection of Cattle Naturally Infected with *Anaplasma marginale* in Region of Endemicity by Nested PCR and a Competitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Using Recombinant Major Surface Protein 5. *Journal of Clinical Microbiology*. 36 (3): 777-782.
- Valdez, R., T. McGuire, W. Brown, W. Davis, J. Jordan and D. Knowles. 2002. Selective In Vivo Depletion of CD4+ T Lymphocytes with Anti-CD4 Monoclonal Antibody during Acute Infection of Calves with *Anaplasma marginale*. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. 9 (2): 417-424.
- Zaugg, J. 1985. Bovine anaplasmosis: transplacental transmission as it relates to stage of gestation. *American Journal Veterinary Research*. 46 (3): 370-572.
- Zaugg, J. and K. Kutler. 1984. Bovine anaplasmosis: in utero transmission and the immunologic significance of ingested colostral antibodies. *American Journal Veterinary Research*. 45 (3): 440-443.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES DE ZOOTEENIA TROPICAL

ZOOTEENIA TROPICAL publica trabajos inéditos y originales en las áreas de producción, salud, genética, reproducción, pastos y forrajes, acuicultura marítima y continental, tecnología de alimentos de origen animal y desarrollo rural utilizando especies de interés zootécnico, generados de trabajos de investigación utilizando metodologías tradicionales, participativas o de investigación desarrollo. relacionados con el trópico y preferiblemente orientados a contribuir al desarrollo agropecuario sustentable de los países menos desarrollados. La revista publica tres categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas y Revisiones Bibliográficas. Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués, con un resumen en inglés y en español.

Los Artículos Científicos deberán ser innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable. El trabajo debe incluir las siguientes secciones: Introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, literatura citada y agradecimientos de ser considerado por el autor o autores.

Las Notas Técnicas deben ser breves, consistiendo en innovaciones tecnológicas, modificaciones a técnicas, informes 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 de exceder de ocho páginas.

Las Revisiones Bibliográficas deberán ser artículos acerca de temas, que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieran de una visión más completa a fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. Estos serán solicitados a especialistas de reconocidos trayectoria profesional y aporte en los temas requeridos.

### NORMAS DE PUBLICACIÓN

#### PRESENTACIÓN

Los manuscritos deben enviarse de manera digital vía Internet utilizando para tal fin el sistema de publicaciones del INIA ubicado en la siguiente dirección electrónica [www.inia.gob.ve](http://www.inia.gob.ve). Los manuscritos deben escribirse utilizando preferiblemente Open Office Writer o en su defecto Microsoft Office Word en cualquiera de sus versiones recientes. Utilizando letra Times New Roman en tamaño 12. Los Cuadros o tablas deben ser solamente los necesarios, ilustrativos y concisos, contando con los datos precisos para que sean autosuficientes. La letra de los Cuadros o tablas debe ser tamaño 10 y deben estar insertos en el texto del manuscrito. Las figuras o graficas deben realizarse de preferencia en Open Office Calc o en su defecto en Microsoft Office Excel y deberán enviarse en archivo complementario, sin embargo el autor deberá señalar en el texto del manuscrito la ubicación sugerida para cada grafica.

Solo se incluirán fotos cuando las mismas sean indispensables para explicar los resultados obtenidos. Estas serán enviadas en archivo complementario y deberán estar en formato JPG o Tiff y tener una resolución mínima de 150 DPI y máxima de 600 DPI

Todas las líneas de cada página deben estar numeradas. Así mismo, cada página debe estar numerada en la parte superior derecha

Los originales de Artículo Científico y Nota Técnica deberán contener los elementos que a continuación se indican escribiéndose en letras mayúsculas, cerradas 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 debajo del (los) autor (es), identificar la afiliación institucional y dirección postal.

**Dirección electrónica:** En la misma línea anterior, colocar el correo del autor con quien se establece la correspondencia.

**Resumen:** Debe ser un bloque de 300 palabras máximo, sin punto y aparte.

**Palabra Clave:** Máximo seis.

#### **Título en inglés**

**Abstract:** El abstract debe consistir en una traducción fiel y exacta del resumen en español, con las mismas instrucciones señaladas para este último.

**Keywords:** Traducción al inglés de las palabras claves.

**Introducción:** No deberá exceder de dos páginas, cuyo contenido deberá expresar la importancia del tema a tratar y finalizar estableciendo el objetivo del trabajo.

**Materiales y Métodos:** Deben ser lo 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 diez (10) deben escribirse y las mayores a ésta se enumeran. Excepto cuando en una misma frase aparecen cantidades de un dígito y otras de varios dígitos; en este caso todos se expresarán en números.

**Resultados y discusión:** Pueden ir en conjunto o separados. No deberá exceder de ocho páginas, excluyendo los cuadros, figuras y/o fotografías. La discusión debe finalizar con un comentario resaltando la importancia de los resultados obtenidos.

**Conclusiones:** Deben ser concisas y concretas.

**Agradecimientos:** Un párrafo optativo, si es necesario.

**Literatura citada:** 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. No se aceptan como referencias bibliográficas informes personales o artículos de prensa.

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 la letra "y"; para el caso de tres o más autores, se citará el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis. De igual forma se puede colocar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.*, y el año respectivamente.

Las referencias bibliográficas 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 (Artículo publicada)**

Sanabria D., J. G. Farias, 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 (Artículo aceptado, pero no publicado)**

Valle A. 1996. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holsteinsobre 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(Supl. 1): 284.

**Libro**

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

**Capítulo de libro**

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. En Toledo J. M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica. R.I.E.P.T. – CIAT, Cali, Colombia, pp 91-110.

**Congresos, simposio, reuniones y/o Memorias**

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

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

**Tesis y Trabajos de Ascensos**

Noguera E. 1985. Evaluación del conocimiento 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.

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.

**Revistas y otras fuentes electrónicas**

Las referencias electrónicas deben estar respaldadas por instituciones científicas. En tales casos, estas referencias deben incluir: autores, año, título, lugar de origen e institución que la respalda, dirección electrónica y fecha de consulta. No se aceptan como referencias documentos que provengan de casas comerciales o paginas Web privadas.

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

**Publicaciones misceláneas**

Argenti P. Y F. Espinoza. 1993. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*. Pub. FONAIAP. Serie B, Maracay, Venezuela.

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 y de la intención de publicarlo.

Una vez aceptado el manuscrito se le enviará la comunicación oficial de aceptación, con la ubicación relativa donde será incluido en la revista ZOOTEKNIA TROPICAL.



Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical

Zoo|ecnia  
ropical