



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la **Agricultura y Tierras**

Instituto Nacional de **Investigaciones Agrícolas**

Zoo|tecnia
tropical

Zoo|tecnia
tropical

Zoo|tecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zoo|tecnia
tropical

Zoo|tecnia tropical

Zoo|tecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 28 VOL. 28 No. 4 2010

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: 0243-2404770
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)

Valor de la subscripción:

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**

Dr. Yván Gil
Presidente

Dr. Orlando Moreno
Gerente General

Dr. Luís Dickson
**Gerente de Investigación
e Innovación Tecnológica**

Econ. Jonathan Coello
Gerente de Producción Social

COORDINACIÓN EDITORIAL REVISTA ZOOTECNIA TROPICAL

Dr. Luís Dickson
Editor Jefe

Lic. Mónica González
Editora Asistente

T.S.U. Ana Briceño
Secretaria

EDITORES ASOCIADOS

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

Sección Piscicultura y Acuicultura
Dr. José Alió (INIA)

Sección Sanidad
Dr. Nestor E. Obispo (INIA)

Sección Nutrición
Dra. Susmira Godoy (INIA)

Sección Pasto y Forrajes
Dr. Gonzalo Martínez (UCV, Fac. Agron.)

Sección Genética
Ing. MSc. Freddy Espinoza (INIA)

CONSEJO ASESOR

Dr. Carlos Lascano (Colombia)

Dr. Rainer Schultze- Kraft (Alemania)

Dra. Alicia Rabasa (Argentina)

Dr. Manuel Fondevilla (España)

Dr. Lee McDowell (EEUU)

Dr. Alcidez De Amorin (Brasil)

Dr. Julio Lee (Cuba)

Dr. Rony Tejos (Venezuela)

Dr. Rodolfo Vaccaro (Venezuela)

Dr. Ricardo Bitter (Venezuela)

Dr. Armando Fuentes (Venezuela)

MSc. Julio Rodríguez (Venezuela)

Dra. Josefina Cobellas (Venezuela)

SUMARIO Vol. 28 N°. 4

Agradecimientos

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Urbano D., Dávila C. y Castro F.
Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida. Rendimiento y contenido de proteína cruda..... 449
- Barrios A., Guzmán R., Mendoza J., Gómez G. y Vizcaino G.
Parámetros de crecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) en el Nororiente Venezolano durante el período 1990 a 2008..... 457
- Duran L., Sánchez C., Palmero J., Chaparro L., García T. y Sánchez E.
Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela..... 467
- Itzá Ortiz M. F., Lara y Lara P. E., Magaña Magaña, M. Á. y Sanginés García J. R.
Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda..... 477
- Aguirre J., Magaña R., Martínez S., Gómez A., Ramírez J. C., Barajas R., Plascencia A., Barcena R. y García D. E.
Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos..... 489
- Llanes J. E., Bórquez A., Toledo J. y Lazo de la Vega J. M.
Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus x O. niloticus*)..... 499
- Verde O. Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne..... 507
- Barajas R., Cervantes B., Espino M., García M., Flores L., Aguirre J. Martínez S. y García D.
Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época calurosa..... 513
- Semidey D., Marquez A. y Lodeiros C.
Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798), bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras..... 521
- Sandoval E. Barrios M., Morales G., Camacaro O., Domínguez L. y Márquez O.
Clasificación morfológica de la anemia en vacunos mestizos de doble propósito criados en una zona de bosque seco tropical..... 535
- Morales G., Guillen A. T., Pinho A., Pino L. y Barrios F.
Clasificación por el método Famacha y su relación con el valor de hematocrito y recuento de h.p.g. de ovinos criados en condiciones de pastoreo..... 545

Nota Técnica

- Oropeza M., Dickson L., Maldonado J. y Kowalski A.
Seropositividad a *Coxiella burnetii* en cabras de la parroquia Trinidad Samuel del municipio Torres, estado Lara, Venezuela..... 557
- Índice acumulado de Títulos 561
- Índice acumulado de Autores 565
- Índice acumulado de Materias 571
- Instructivos a los autores 581

TABLE OF CONTENTS Vol. 28 N°. 4

Acknowledgments

SCIENTIFIC ARTICLES

Urbano D., Dávila C. and Castro F. Effect of height and frequency of cutting on the three perennial peanut (<i>Arachis pintoi</i>) varieties in the Merida state. Yield and protein content.....	449
Barrios A., Guzmán R., Mendoza J., Gómez G. and Vizcaino G. Growth parameters and total mortality of the Sardine <i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1810) in Northeastern Venezuela in the Period 1990-2008.....	457
Duran L., Sánchez C., Palmero J., Chaparro L., Garcia T. and Sanchez E. Physicochemical and microbiological of carora goat white cheese in Lara state, Venezuela.....	467
Itzá Ortiz M. F., Lara and Lara P. E., Magaña Magaña, M. Á. y Sanginés García J. R. Evaluation of mulberry (<i>Morus alba</i>) leaf flour in broiler feeding.....	477
Aguirre J., Magaña R., Martínez S., Gómez A., Ramírez J. C., Barajas R., Plascencia A., Barcena R. and García D. E. Nutritional characterization and use of cane suger and processed waste in diets for sheep.....	489
Llanes J. E., Bórquez A., Toledo J. and Lazo de la Vega J. M.. Apparent digestibility of fishing waste silage in red tilapia (<i>Oreochromis mossambicus x O. niloticus</i>).....	499
Verde O. Genotype x environment interaction on 548 days weight in beef cattle.....	507
Barajas R., Cervantes B., Espino M., García M., Flores L., Aguirre J. Martinez S. and García D. Effect of shade in ffeedlot pen on growth performance of finishing bulls during the hot season.....	513
Semidey D., Marquez A. and Lodeiros C. Growth and survival of the atlantic pearl oyster <i>Pinctada imbricata</i> (Röding 1798), under suspended culture conditions using hanging ropes and pearl nets.....	521
Sandoval E. Barrios M., Morales G., Camacaro O., Domínguez L. and Márquez O. Morphological classification of anaemia in dual purpose cattle breeding in a forest dry tropical zone.....	535
Morales G., Guillen A. T., Pinho A., Pino L. and Barrios F. Classification by famacha method and their relationship among haematocrit value and the e.p.g. counts in sheep reared under grazing conditions	545

Technical note

Oropeza M., Dickson L., Maldonado J. and Kowalski A. <i>Coxiella burnetii</i> seropositivity in goats of Trinidad Samuel county of Torres municipality, Lara state, Venezuela	557
Accumulated index of titles.....	561
Accumulated index of authors.....	565
Accumulated index of subjects.....	571
Instructions to the author.....	581

Agradecimientos

Los miembros del Comité Editorial de la revista *Zootecnia Tropical* desean expresar públicamente su agradecimiento a las siguientes personas por su valiosa colaboración en la revisión de los artículos científicos que conformaron el Volumen 28 del año 2010.

Adriana Fernández. UCV. Edo. Aragua.
 Alexander Sánchez. INIA. Edo. Falcón.
 Alfredo Baldizan. UNERG. Edo. Guárico.
 Alfredo Sánchez. Universidad del Zulia. Edo. Zulia.
 Ana Teresa Guillen. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Analía Ribeiro Da Silva. UNESP. Brasil.
 Ángel Muriel. Centro de Investigación La Orden Valpesquera. España.
 Ángeles Ortiz. Univ. Nacional Autónoma. México.
 Annie Silva. INIA. Edo. Delta Amacuro.
 Anniello Barbarino. INIA. Edo. Apure.
 Antonio Manrique. UNERG. Edo. Guárico.
 Armando Reyna. Univ. Simón Rodríguez.
 Belkis Vásquez. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Bernabé Meléndez. UCV. Edo. Aragua.
 Bertha Chongo. Inst. de Ciencia Animal. Cuba.
 Bertha Schnettuer. Univ. Frontera. Chile.
 Blas Linares. INIA. Edo. Yaracuy. (J).
 Caio A. Da Silva. Univ. Estatal de Londrina. Brasil.
 Carlos González Araujo. UCV. Edo. Aragua.
 Carlos Hidalgo. INIA. Ger. General. Edo. Aragua.
 Carlos Moreno. INIA. Delta Amacuro.
 Carlos Romero. INIA. Edo. Falcón.
 Cecilia Sánchez. INIA. Edo. Lara.
 Cesar Obando. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Cesar Zambrano. UNELLEZ. Edo. Portuguesa.
 Daniel Godinez. México.
 Dickson Luis. INIA. Ger. General.
 Duilio Nieves. UNELLEZ. Edo. Portuguesa.
 Eliana Icochea. Univ. Mayor de Sam. Perú.
 Enma Segovia. LUZ. Edo. Zulia.
 Ernesto Hurtado. UDO. Edo. Sucre.
 Exequiel León. Univ. de Granma. Cuba.
 Fanny Requena. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Francisco Vargas. UCLA. Edo. Lara.
 Franklin Mujica. UCLA. Edo. Lara.
 Freddy Espinoza, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Germán Poleo. UCLA. Edo. Lara.
 Glenn Hernández. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Gonzalo Martínez. UCV. Edo. Aragua.
 Guillermo Salamanca. Univ. de Tolima. Colombia.
 Gustavo López. INIA. Edo. Lara.
 Gustavo Nouel. UCLA. Edo. Lara.
 Herman Andrade. Catie. Costa Rica.
 Hermes Pineda. Univ. de Antioquia. Colombia.
 Humberto Araque. UCV. Edo. Aragua.
 Humberto Gil. INIA. Edo. Sucre.
 Iraida Rodríguez. INIA. Edo. Anzoátegui.
 Jesús Faria Mármol. LUZ. Edo. Zulia.
 Jesús Ponce. Univ. Aut. de Nayarit. México.
 Jorge Luna Figueroa. Univ. Aut. del Estado Morelos. México.
 José Alió. INIA. Edo. Sucre.
 José Javier Rodríguez. Univ. de Córdoba. España.
 José Luis Gil, INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Joselyn Ascencio, UCV. Edo. Aragua.
 Judith Principal. UCLA. Edo. Lara.
 Julia Medina. INIA. Edo. Guarico.
 July Urdaneta. INIA. Edo. Yaracuy.
 Karin Descher. UCV. Edo. Aragua.
 Lilido Ramírez. ULA. Edo. Trujillo.
 Luz Jiménez. Univ. de Antioquia. Colombia.
 Magaly Bracamonte. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 María del Carmen Gallo. Univ. Aut. de Guadalajara. México.
 Marta Díaz. Univ. Aut. de San Luis de Potosí. México.
 Milerky Perdomo. UCLA. Edo. Lara.
 Nancy Jerez. LUZ. Edo. Zulia.
 Néstor Obispo. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Orlando Guenni. UCV. Edo. Aragua.
 Otto Castillo. UNELLEZ. Edo. Portuguesa.
 Pablo Pizzani. Unerg. Edo. Guarico.
 Pablo Rodríguez. UCLA. Edo. Lara.
 Patricia Argenti. INIA. CENIAP. Edo. Aragua.
 Ramón D'aubeterre. INIA. Edo. Lara.
 Rangel Jiménez. INIA. Edo. Sucre.
 Rene Torres. INIA. Edo. Apure.
 Rodolfo Álvarez. INIA. Edo. Falcón.
 Ronald Santos. Univ. Aut. de Yucatán. México.
 Silvia Campuzano. Univ. Colegio Mayor Cundinamarca. Colombia.
 Tomás Ruiz. Cuba.
 Tony Chacón. UCV. Edo. Aragua.
 Vasco de Basilio, UCV. Edo. Aragua.
 Viviana Freire. Univ. de Río Cuarto. Argentina.

De igual manera, agradecemos a todos aquellos investigadores que nos enviaron sus artículos y exhortamos a la comunidad científica del área de producción y sanidad animal a continuar remitiendo sus trabajos a la revista *Zootecnia Tropical*. Damos las gracias a la Ing. Johanna Araujo por la elaboración del Índice Acumulativo, a la MsC. Mery Vásquez y TSU. Raquel González por su importante contribución.

Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida. Rendimiento y contenido de proteína cruda

Diannelis Urbano^{1*}, Ciro Dávila² y Fernando Castro²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Mérida, Av. Urdaneta. Edificio INIA. Piso 2. Laboratorio de Pastos y Forrajes, Mérida, Venezuela.

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

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

RESUMEN

Para evaluar el efecto de la altura y la frecuencia de corte sobre el rendimiento y proteína cruda de 3 variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*), se condujo un experimento en la finca Borbollón, localizada en Jají, estado Mérida, Venezuela, a 1950 msnm, durante 2 años. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar, con 3 repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas sub-subdivididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron 3 variedades (V1:17434, V2:18744 y V3: 18748), en la secundaria se asignaron 2 frecuencias (F1:35 días y F2:49 días) y en la parcela sub subdividida 3 alturas de corte (H1: 0 cm, H2: 5 cm y H3:10 cm). Para la variable rendimiento de materia seca (RMS) se detectaron diferencias significativas para altura de corte y la interacción variedades por frecuencia. Las mayores producciones se lograron cuando se cosechó a ras de suelo con 19578,9 kg MS/ha/año, disminuyendo para las alturas de 5 y 10 cm con 9278,5 y 6228,3 kg MS/ha/año, respectivamente. La ecuación de regresión obtenida fue $RMS (kgMS/ha/año) = 19578,86 - 2785,72H + 145,13H^2$. Los rendimientos de las variedades CIAT-17434 y 18744 aumentaron a medida que incrementaron los días entre corte, mientras que CIAT-18798 mostró una respuesta contraria. El incremento de altura de la planta (IAP) fue afectada significativamente ($P < 0,01$) por la altura y frecuencia de corte, lográndose los mayores valores 6,19 cm para 5 cm y 5,88 cm para 49 días, siendo la ecuación de regresión $IAP (cm) = 5,15 + 0,45H - 0,05 H^2$. En el contenido de proteína cruda se encontraron diferencias significativas entre variedades y alturas de corte. En los cultivares CIAT-18744 y 18748 se obtuvieron los mayores porcentajes de proteína, con 18,8 y 18,1%, respectivamente y menor para el cultivar 17434 con 15,8%. Se concluye que la producción de materia seca (MS) y proteína por superficie de *Arachis pintoi*, aumentó a medida que disminuía la altura de corte, mientras que el mayor incremento en altura y porcentaje de proteína se obtuvo con el tratamiento de 5 cm.

Palabras clave: variedades de *Arachis pintoi*, frecuencia de corte, altura de corte, rendimiento, proteína.

Effect of height and frequency of cutting on the three perennial peanut (*Arachis pintoi*) varieties in the Merida state. Yield and protein content

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of height and frequency of cutting on the yield and crude protein of three perennial peanut (*Arachis pintoi*) varieties, a field trial was carried out, at the Borbollon farm, located in Jají, Merida state, Venezuela, at 1950 m.a.s.l. during two years. A completely randomized blocks design was used, with three replications in a factorial split-split plot treatment arrangement. For the main plot, three varieties (V1:17434, V2:18744 and V3:18749) were randomized, in the secondary plot two frequencies (F1: 35 days and F2:49

days) were applied and in the split-split plot three heights of cutting (H1: 0 cm, H2:5 cm and H3:10 cm) were randomized. For dry mater yield (DMY), differences were detected for height of cutting and the interaction varieties with frequency. The higher yield values were 19578.9 kg DM/ha/year, when perennial peanut was harvested at ground level, decreasing with cuttings heights of 5 and 10 cm, with 9278.5 and 6228.3 kg DM/ha/year, respectively. In the 49 days of interval, the DM production was 10363 kg DM /ha /year and for 35 days it was 8133 kg DM/ha/year. The regression equation was $DMY (kg DM/ha/year)=19578.86 - 2785.72H +145.13H^2$. Yields of varieties CIAT-17434 and CIAT 18744 increased with the days between cuttings, while CIAT-18798 had a different response. Plant height increment (PHI) was affected significantly ($P<0,01$) for the height and frequency of cutting , The higher increments values were 6.19 cm for 5 cm and 5.88 cm for 49 days, The regression equation was $PHI(cm)=5.15+0.45H-0.05H^2$. Significant differences in crude protein were detected for varieties and height of cuttings. CIAT 18744 and 18748 varieties were similar in protein content with 18.8 and 18,1%, respectively, higher than 15,8% for the variety CIAT 17434. As a conclusion, dry matter and protein yield of *Arachis pintoi*, increased according the height of cutting decreased, but plant height increment crude protein value were higher at the treatment of 5 cm.

Keywords: varieties of *Arachis pintoi*, frequency of cutting, height of cutting, yield, protein.

INTRODUCCIÓN

La ganadería especializada en leche de la zona alta de los andes venezolanos presenta una alta producción, característica de las razas europeas, principalmente Holstein y Jersey, sin embargo, los volúmenes de leche han disminuido por condiciones inadecuadas de alimentación y de manejo, por lo que, es necesario implementar planes integrales de mejoramiento de pasturas, así como programas sanitarios y genéticos que contribuyan al fortalecimiento de la ganadería doble propósito y especializada en leche de las áreas tropicales del país.

Las leguminosas forrajeras puras o asociadas podrían ser una alternativa para mejorar la cantidad y calidad de los pastos en los sistemas de producción, especialmente en los de bajos insumos. El maní forrajero (*Arachis pintoi*) es una especie tropical con alto potencial en la ganadería, debido a que se adapta a condiciones de humedad y altas temperaturas (Vasconcellos *et al.*, 1998). Además, tolera la sombra y se asocia bien con gramíneas de crecimiento agresivo (Fisher y Cruz, 1995).

Existe poca investigación sobre el comportamiento de esta especie en alturas superiores a los 1.700 m.s.n.m., sin embargo, en estas condiciones se ha reportado buena adaptación y producción de forraje en asociaciones con *Pennisetum clandestinum* (Dávila *et al.*, 2004 y Urbano *et al.*, 2005) y *Setaria anceps* (Álvarez *et al.*, 2006).

El manejo bajo pastoreo del maní forrajero, requiere de información básica, tales como: capacidad de rebrotes, proporción hoja/tallo y calidad nutritiva, según la altura de utilización y del período de crecimiento. También es necesario determinar el potencial forrajero de los diferentes ecotipos disponibles, así como su respuesta a las distintas condiciones de manejo, especialmente sobre el período de descanso y presión de pastoreo que permita la persistencia y producción de esta leguminosa pura o asociada con gramíneas.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y contenido de proteína cruda de las variedades de maní forrajero CIAT: 17434, 18744 y 18748.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

Este ensayo se llevo a cabo en la finca Borbollón, localizada en Jají, estado Mérida, Venezuela, a una altitud de 1.950 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17 °C y una precipitación de 1371,7 mm, en forma bimodal. Pertenece a una zona de vida bosque húmedo montano bajo (Ewel y Madrid, 1968).

Las condiciones edáficas del sitio bajo estudio fueron textura arcillo arenosa con altos contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio. El contenido de materia orgánica fue superior al 12%, con pH moderadamente ácido (5,5). La topografía es plana.

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones, en un arreglo factorial de los tratamientos en parcelas sub-subdivididas, donde en la parcela principal se aleatorizaron tres variedades de maní forrajero provenientes del CIAT (V1:17434, V2:18744 y V3:18748), en la secundaria se asignaron 2 frecuencias de corte (F1: 35 días y F2:49 días) y en las parcelas sub subdivididas se aplicaron tres alturas de corte (H1:0 cm, H2:5 cm y H3:10 cm). La superficie total del ensayo fue de 324 m², con una bordura de 1 m entre variedades, correspondiendo a cada sub-subparcela 6 m². El área de muestreo fue de 2 m². La duración de la fase experimental fue de 2 años.

Manejo del área

Para el establecimiento del maní forrajero, se preparó el terreno con dos pases de rastra y luego se procedió a la siembra manual usando material vegetativo de estas variedades, a una distancia de 0,30 m entre hilos y a chorro corrido dentro del surco. La profundidad de siembra fue de aproximadamente 5 cm, dejando descubiertas las últimas hojas. Se efectuaron controles de malezas en forma manual y químico con graminicida H1 2.000 (fluazifop-p-butil). Se aplicó riego durante el establecimiento y complementario en la época de sequía.

Evaluaciones realizadas

Rendimiento de materia seca: se uso un marco de 2 m x1 m, con referencia de altura sobre el suelo. Se seleccionó una muestra de 500 g del material cosechado y se colocó en la estufa a 65 °C por 48 horas.

Incremento de altura de la planta: se midieron 12 puntos en cada parcela desde el suelo hasta el promedio de las hojas más altas. El incremento de altura se calculó restándole la altura de corte correspondiente a cada tratamiento.

Contenido de nitrógeno: se utilizaron muestras compuestas por parcela y se analizaron por el método micro-Kjedahl y se estimó el porcentaje de proteína, multiplicándose por 6,25.

Análisis estadísticos

A los resultados se le hicieron análisis de variancia con el modelo general lineal (GLM), usando el error

tipo A, para variedades y bloques, el error B, para frecuencia de corte y su interacción con variedades. Para altura y sus interacciones se utilizó el error residual. Asimismo, se utilizó la Prueba de Rango Múltiples de Duncan para detectar la significancia entre niveles de cada factor (SAS, 2000). Para determinar el efecto de la altura de corte sobre las variables rendimiento e incremento de altura se estimaron a través de ecuaciones cuadráticas con el GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca

En el análisis de varianza se detectaron efectos significativos para la altura de corte y la interacción variedades por frecuencia de corte. Los rendimientos disminuyeron a medida que se incrementaba la altura de corte, obteniéndose la máxima producción cuando se cosechó a ras de suelo con 19578,9 kg MS/ha/año, mientras que las menores se alcanzaron a una altura de corte de 5 y 10 cm, con valores promedios de 9278,5 y 6228,3 kg MS/ha/año, respectivamente. La biomasa de materia seca disminuyó notoriamente en 52,6%, cuando se cosechó a 5 cm y a los 10 cm decreció nuevamente en 32,9%, esto se podría atribuir a que la remoción intensa de material induce mayor estimulación de los rebrotes y acumulación de materia seca cosechable.

Al respecto, Sinclair *et al.* (2007), concluyeron que el maní forrajero cultivar amarillo (17434), puede soportar la competencia de gramíneas de diferentes hábitos de crecimiento, siempre que sea sometido a frecuentes y severas defoliaciones. En Malasia, Sornprasitti (2004), reportó que el mayor rendimiento de materia seca de *Arachis pintoii* se logró cuando se cosechó a 10 cm con respecto a 5 cm, bajo condiciones de sombra. Estos resultados son contrarios a los obtenidos en este ensayo, lo que implica que esta leguminosa tendría un comportamiento diferente de acuerdo al régimen de radiación.

En la Figura 1, se observa que por cada centímetro que aumenta la altura de corte, la producción de materia seca disminuye en forma decreciente; siendo la ecuación de regresión obtenida $RMS (kg/ha/año) = 19578,86 - 2785,72 H + 145,13 H^2$. En la Figura 2, se señala la interacción variedades de maní forrajero por frecuencia de corte.

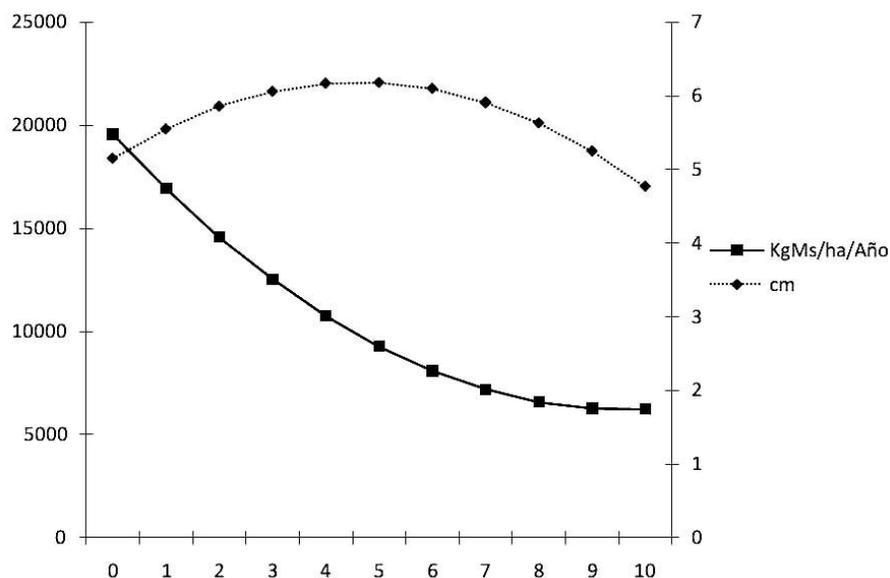


Figura 1. Efecto de la altura de corte sobre el rendimiento de materia seca e incremento de altura de maní forrajero.

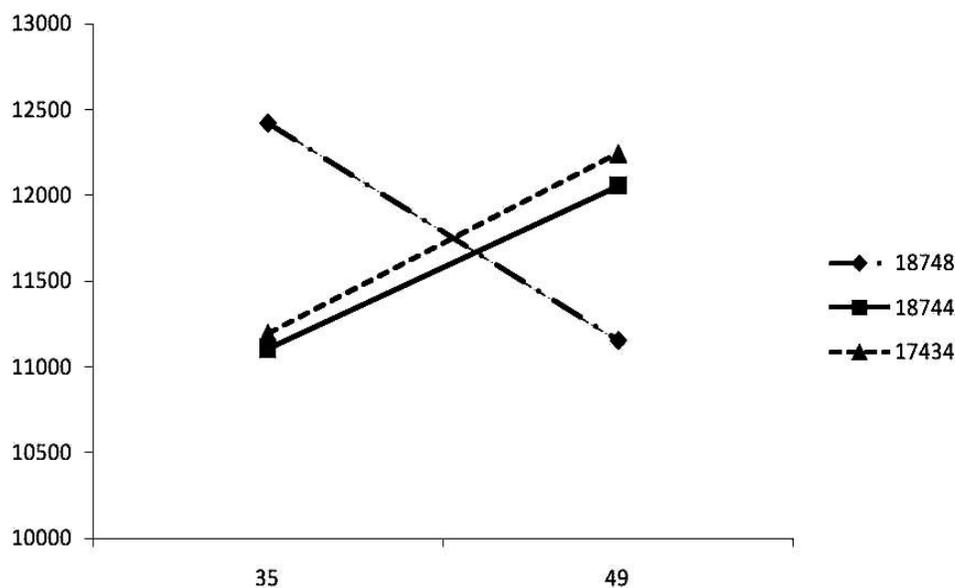


Figura 2. Efecto de la Interacción frecuencia de corte por variedades de maní forrajero sobre el rendimiento de materia seca.

La biomasa de las variedades CIAT-17434 y 18744 incrementaron a medida que aumentaron los días entre cortes, mientras que CIAT-18748 mostró una respuesta contraria.

Estos resultados sugieren que en condiciones de trópico de altura, la última variedad se asociaría con gramíneas de crecimiento rápido como estrella y kikuyo entre otras, mientras que las dos primeras,

funcionarían mejor con pastos tales como elefante y setaria.

En Costa Rica, en un bosque húmedo tropical y a una altitud de 172 msnm, Villareal *et al.* (1999), evaluaron el potencial de producción de biomasa aérea de tres accesiones de maní forrajero sometidas a diferentes frecuencias de corte y encontraron que el cultivar CIAT- 17434 incrementó el rendimiento

de 24,2 a 26,8 t MS/ha/año, cuando el intervalo de corte aumentaba de 4 a 12 semanas, siendo el cultivar CIAT-18744 el que presentó la máxima producción de materia seca (32,1 t MS/ha/año), superior a las otras dos accesiones (CIAT-17434 y CIAT-18748). Estos resultados son superiores a los promedios obtenidos en este experimento (11,7 t MS/ha/año), debido a que el maní forrajero produce menos en condiciones de trópico de altura y manejo intensivo, prevalecientes en este estudio.

En suelos ácidos degradados de Colombia, Gómez *et al.* (1998), encontraron que la producción de materia seca de *A. pintoi* CIAT-17434 se incrementó con la edad, logrando acumular biomasa hasta la 55 semanas. Asimismo, a 42 días los rendimientos fueron 1,37 y 2,70 t MS/ha para la fertilización baja y alta, respectivamente. También Villarreal *et al.* (2005), reportaron que el cultivar CIAT-18748 obtuvo mayor producción de biomasa que el CIAT-17434, principalmente cuando se cosechaba entre 4 y 6 semanas.

En el Salvador, Barrios *et al.* (1997), evaluaron el efecto del pastoreo y fertilización fosfórica en la asociación del pasto estrella con maní forrajero (*Cynodon nlenfuensis* - *A. pintoi*), reportando que las producciones promedio de esta gramínea aumentaron de 4,2 a 5,6 t MS/ha/corte, cuando se incrementaron los periodos de descanso desde 14 a 21 días, mientras que la leguminosa presentó un comportamiento similar bajo estos dos intervalos de pastoreo. También

en Australia, Bowman *et al.* (1998), reportaron que cortes frecuentes afectan notablemente la biomasa de esta leguminosa.

Incremento de altura de las plantas

La frecuencia y la altura de corte afectaron el incremento de la altura de las plantas, mientras que las variedades y las interacciones no fueron significativas. En promedio la diferencia en el incremento de la altura de la planta fue de 1,01 cm al pasar de 35 a 49 días de crecimiento (Figura 3), lo que podría indicar, que cortes más frecuentes podrían limitar el incremento de altura del maní forrajero en medio centímetro por semana.

En relación a la altura de corte, se obtuvo mayor incremento de la altura de maní forrajero a 5 cm (6,19 cm), disminuyendo cuando se cosechó al ras de suelo y a 10 cm, con valores de 5,15 cm y 4,79 cm, respectivamente. La ecuación de regresión obtenida fue $IAP \text{ (cm)} = 5,148 + 2,26 H - 1,22 H^2$ (Figura 1). La diferencia en la forma de la respuesta entre el rendimiento y el incremento de altura implicaría mayor densidad del material acumulado, cuando se corta a ras del suelo.

Contenido de proteína cruda

Según al análisis de varianza se encontraron efectos significativos de variedades y alturas de corte y no se detectaron diferencias estadísticas para frecuencia y en las interacciones.

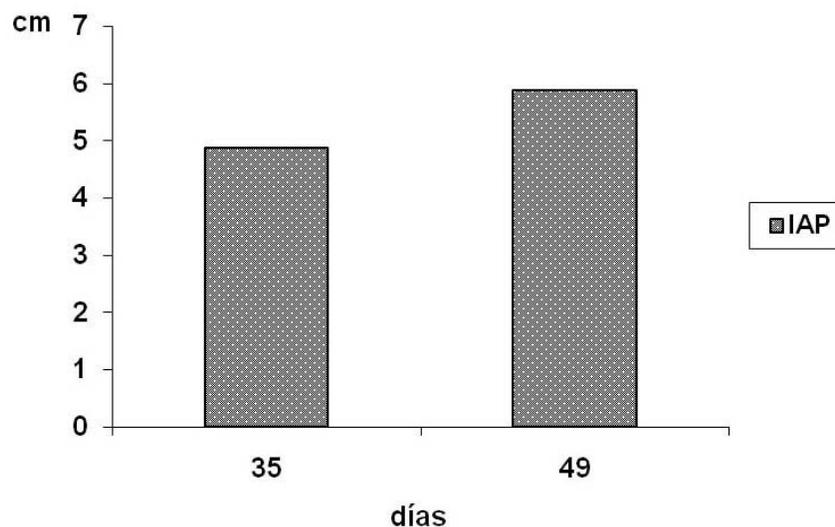


Figura 3. Efecto de la frecuencia de corte sobre el incremento de altura del maní forrajero.

Cuadro. Efecto de los tratamientos sobre el contenido de Maní forrajero.

Variable	Proteína cruda	
	(%)	Kg PC/ha
Variedad (CIAT)		
18744	18,76 a	2173
18748	18,07 a	2130
17434	15,75 b	1846
Altura de corte (cm)		
0	17,20 b	3368
5	18,62 a	1728
10	16,94 b	1056
Frecuencia de corte (días)		
35	18,08 a	2093
49	17,09 a	2020

En los cultivares CIAT-18748 y 18744 se obtuvieron los mayores porcentajes de proteína (18,8% y 18,1%), con respecto a la variedad 17434, que presentó un valor de 15,8% (Cuadro 1).

En Argentina, Castelan *et al.* (2003), evaluaron los cultivares CIAT-17434 y 18748 durante dos años, obteniendo valores similares de proteína cruda de 16,6 y 17,3%, manteniendo una tendencia parecida en este experimento. En Colombia, Lascano (1995), reportó que el contenido de proteína cruda de *A. pintoi* CIAT-17434 es superior al de la mayoría de las leguminosas tropicales de importancia comercial, con valores que oscilan entre 13 y 25%. Por su parte, Rincón (1999) evaluó el maní forrajero en condiciones de suelos oxisoles y reportó un contenido de proteína cruda de 16,2%.

En Mérida, Venezuela, Álvarez *et al.* (2006), encontraron un porcentaje ligeramente inferior (15,9%) a los reportados en este ensayo, a pesar que se realizó en condiciones similares en relación a variedades y altitud, pero utilizaron mayor intervalo de corte.

En relación a la altura de corte, el maní forrajero obtuvo el más alto contenido de proteína (18,6%) cuando se cosechó a 5 cm, decreciendo en 7,6 y 9,0%

a las alturas de 0 y 10 cm, respectivamente. Esta respuesta puede deberse en parte a la presencia de material fibroso en estos tratamientos.

El efecto de la frecuencia de corte no fue significativo, sin embargo, la proteína tendió a disminuir en 1%, cuando paso de 35 a 49 días. Pizarro *et al.* (1996) reportaron que el porcentaje de proteína del maní forrajero disminuyó de 16 a 12% cuando esta leguminosa incrementó de 90 a 210 días de crecimiento.

En Costa Rica, Villareal *et al.* (2005), evaluaron el efecto de seis frecuencias de corte que oscilaron entre 4 a 14 semanas con los mismos ecotipos evaluados en este ensayo y reportaron que el contenido de proteína cruda alcanzó hasta un 27,9% en los intervalos de crecimientos más cortos.

En relación a la producción de proteína por superficie y por año, se encontró que las variedades CIAT- 18748 y 18744 presentaron mayores valores con respecto a la variedad 17434. A medida que la altura de corte fue menor la acumulación de proteína cruda cosechada incrementó en un 219%, estos resultados podrían atribuirse principalmente por el alto rendimiento de materia seca, cuando el maní forrajero se cosechaba a ras de suelo.

CONCLUSIONES

La producción de materia seca y de proteína cruda por unidad de superficie de *Arachis pintoi*, aumentó a medida que disminuyó la altura de corte.

El mayor rendimiento de maní forrajero se alcanzó a una edad de corte de 49 días para las variedades CIAT-17434 y 18744, mientras que para CIAT-18748 la máxima producción se obtuvo a los 35 días.

En las variedades CIAT- 18744 y 18748 se obtuvieron los mayores contenidos de proteína cruda.

El contenido de proteína cruda e incremento de altura fueron mayores en la altura de corte intermedia (5 cm).

RECOMENDACIÓN

Es conveniente evaluar el efecto del manejo intensivo del maní forrajero por más tiempo, para determinar la productividad y persistencia de esta leguminosa. También su posible combinación con gramíneas, así como su manejo para producción de leche, el levante de hembras y en la recuperación de áreas degradadas.

LITERATURA CITADA

- Álvarez J., C. Dávila y F. Castro. 2006. Efecto de la fertilización N-P en el establecimiento de la asociación setaria-maní forrajero (*Setaria sp- Arachis pintoi*). XIII Congreso Venezolano Producción e Industria Animal. San Juan de Los Morros, Venezuela. p. 185.
- Barríos B., M. Hernández y W. Valdez. 1997. Evaluación de pastoreo y fertilización fosfórica en el asocio de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*)-maní forrajero (*Arachis pintoi*). *Agronomía Mesoamericana* 8(2): 147-151.
- Bowman, A., G. Wilson y B. Gogel. 1998. Evaluation of perennial peanuts (*Arachis spp.*) as forage on the New South Wales north coast. *Tropical Grasslands* 32: 252–258.
- Castelan, M., Ciotti, E. y C. Tomei. 2003. Caracterización del valor nutritivo de dos accesiones de *Arachis pintoi*. Reunión de Comunicaciones científicas Tecnológicas. UNNE. Resumen A-027.
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyomaní forrajero en el estado Mérida. *Zootecnia Tropical* 22(3):157-166.
- Ewell, J. y A. Madrid. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. p. 176-184.
- Fisher, M. y P. Cruz. 1995. Algunos aspectos de la ecofisiología de *Arachis pintoi*. En: P. Kerridge, P. (Ed.). *Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. pp.56-75.
- Gómez, A., I. Rao, R. Beck y M. Ortiz 1998. Adaptación de una gramínea (C4) y dos leguminosas (C3) forrajeras a un Andisol ácido degradado de Colombia. *Pasturas Tropicales* 20 (1): 2-8.
- Lascano, E. 1995. Valor Nutritivo y Producción Animal de *Arachis* forrajero. In: P. Kerridge, P. (Ed). *Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Colombia. pp.117-130.
- Pizarro, E., J. Valls, A. Ramos, I. Godoy, M. Carvalho y A. Sengh. 1996. Potencial forrajero de *Arachis hypogaea* en el Cerrado brasileño. *Pasturas Tropicales* 18:17-24.
- Rincón, A. 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. *Información Técnica CORPOICA* 3:24.
- SAS Institute Inc. 2000. Software SAS versión 8. Statistical Analysis System. Cary, North Carolina. USA.
- Sinclair, K., K. Lowe y K. Pembleton. 2007. Effect of defoliation interval and height on the growth and quality of *Arachis pintoi* cv Amarillo. *Tropical Grassland* 41:260-268.
- Sornprasitti, P. 2004. Growth and yield of two forage legumes of contrasting growth habits under shade. Thesis Degree of Doctor of Philosophy University Putra Malasya.

- Urbano D., C. Dávila y F. Castro. 2005. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado Mérida. *Zootecnia Tropical* 23(4):333-344.
- Vasconcellos, C., H. Purcino, M. Melo y C. Moura. 1998. Resposta do *Arachis pintoi* a fósforo e a calcario em latossolo Vermelho Escuro da Regiao de sete Lagopas, MG, Brasil. *Pasturas Tropicales* 20 (3):22-25.
- Villarreal, M., R. Zúñiga y E. Zumbado. 1999. Potencial reproducción de biomasa área y semilla de tres accesiones de *Arachis pintoi* sometidas a diferentes frecuencias de corte. **In:** XI Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales. Costa Rica del 19 al 23 de julio 1999. p.555.
- Villarreal, M., R. Cochran, L. Villalobos, A. Rojas, R. Rodríguez and T. Wickersham 2005. Dry matter yield and crude protein and rumen degradable protein concentrations of three *Arachis pintoi* ecotypes at different stages of regrowth in the humids tropics. *Grass and Forage Science* 60:237-243.

Parámetros de crecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) en el Nororiente Venezolano durante el período 1990 a 2008

Alexander Barrios¹, Ramón Guzmán², Jeremy Mendoza¹, Gabriel Gómez² y German Vizcaino²

¹Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, estado Sucre, apartado postal 6101, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Edificio INIA. Av. Carupano-Sector Caigüire, Cumaná, estado Sucre. apartado postal Cumana 6101, Venezuela.

RESUMEN

La *Sardinella aurita* es la especie de mayor importancia económica que se explota mediante el sistema de pesca artesanal en la región nororiental de Venezuela y, representa una importante fuente de proteína de bajo costo en el mercado venezolano. Debido a su variabilidad natural e importancia económica, social y ecológica, este recurso recibe un seguimiento regular de información biológica y pesquera. En ese contexto, con el objeto de aportar información actualizada, en el presente trabajo se determinaron los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} y K) y la mortalidad total (Z) utilizando datos correspondientes al período de 1990 al 2008 tomados a partir de distribuciones de frecuencias de tallas. La determinación de los parámetros de crecimiento se realizó a través de la descomposición modal de las frecuencias de tallas utilizando los incrementos intermensuales para estimar los parámetros L_{∞} y K por el método de Fabens (1965). Las estimaciones de parámetros se hizo para el período total ($L_{\infty} = 326$ mm y $K = 0,66$ año⁻¹) y para tres sub-períodos: 1) 1990-1995 ($L_{\infty} = 375$ mm y $K = 0,45$ año⁻¹); 2) 1996-2001 ($L_{\infty} = 348$ mm y $K = 0,62$ año⁻¹) y 3) 2002-2008 ($L_{\infty} = 266$ mm y $K = 1,30$). Los intervalos de confianza se determinaron por medio de los perfiles conjuntos de verosimilitud. La mortalidad total (Z) se determinó por el método propuesto por Ehrhardt y Ault (1992), hallándose un Z promedio de 5,41 año⁻¹ (rango 2,01 - 9,26 año⁻¹), con un incremento en el período estudiado. La variabilidad del crecimiento y tasa de mortalidad de la *Sardinella aurita* en la región nororiental, se deben a una combinación de factores ambientales y de explotación pesquera.

Palabras claves: *Sardinella aurita*, crecimiento, mortalidad total, región nororiental, Venezuela.

Growth Parameters and Total Mortality of the Sardine *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) in Northeastern Venezuela in the Period 1990-2008

ABSTRACT

Sardinella aurita is the main species exploited by small-scale fisheries in northeastern Venezuela and represents an important source of low cost protein in the Venezuelan market. Due to natural variability its economic, social and ecological relevance this resource is under a regular monitoring program to obtain biological information and fishery. In this context, in this study growth parameters (L_{∞} and K) of the von Bertalanffy growth equation and total mortality (Z) were estimated from length frequency data. We used modal decomposition of length frequencies and then monthly growth increments to estimate L_{∞} and K by the method of Fabens (1965). Parameter estimates were obtained for the total study period ($L_{\infty} = 326$ mm and $K = 0,66$ year⁻¹) and for three subperiods: 1) 1990-1995 ($L_{\infty} = 375$ mm and $K = 0,45$ year⁻¹); 2) 1996-2001 ($L_{\infty} = 348$ mm and $K = 0,62$ year⁻¹) and 3) 2002-2008

($L_{\infty} = 266$ mm and $K = 1,30$). Confidence intervals were estimated from joint likelihood profiles. Total mortality (Z) was determined by the method proposed by Ehrhardt and Ault (1992), with an average Z of $5,41 \text{ year}^{-1}$ (range $2,01 - 9,26 \text{ year}^{-1}$) with an increasing trend during the study period. The variability of the growth and mortality rate of the *Sardinella aurita* in the northeastern region, they are due to a combination of environmental factors and of fishing exploitation.

Keywords: *Sardinella aurita*, growth, total mortality, northeastern, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La sardina (*Sardinella aurita*), es un especie de hábitos pelágico-costeros. Su presencia en grandes cardúmenes está limitada a áreas de surgencias y alta producción primaria como el nororiente de Venezuela (Figura 1), donde éste recurso pesquero constituye un rol importante en el ecosistema marino y en la economía regional, siendo la principal fuente de materia prima de plantas procesadoras de productos pesqueros. También se consume en fresco y se usa como carnada en la pesca de otras especies de interés comercial. Esta especie es de amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales, se encuentra desde Cabo Cod en norte América, hasta Brasil donde es reemplazada por *S. brasiliensis*.

La variabilidad natural e importancia económica, social y ecológica, se consideran razones importantes para que se mantenga un seguimiento de la especie, que incluye estudios biológicos y pesqueros que

generan información actualizada sobre este recurso. Resultados del mismo son algunos conocimientos sobre la dinámica poblacional y pesquera de la especie y de sus interrelaciones tróficas en el ecosistema del nororiente de Venezuela; así como también sobre madurez sexual y épocas de reproducción (Gerlotto y Gines 1988; Guzmán *et al.*, 1993; Mendoza *et al.*, 1994; Freón *et al.*, 1997; Mendoza y Guzmán 1997; Guzmán *et al.*, 1998; Guzmán *et al.*, 1999; Guzmán *et al.*, 2001; Guzmán *et al.*, 2003; Freón *et al.*, 2003b); crecimiento por medio de estructuras duras (Heald y Griffith, 1967; Gonzalez, 1985) y la tasa de mortalidad (Mendoza *et al.*, 1994; Guzmán y Gómez, 2000).

Esta información en el caso de pequeños pelágicos como la sardina adquiere gran relevancia debido a fluctuaciones espacio temporales de abundancia del recurso; variaciones que además, podrían ser influenciadas por efectos de los cambios climáticos globales.

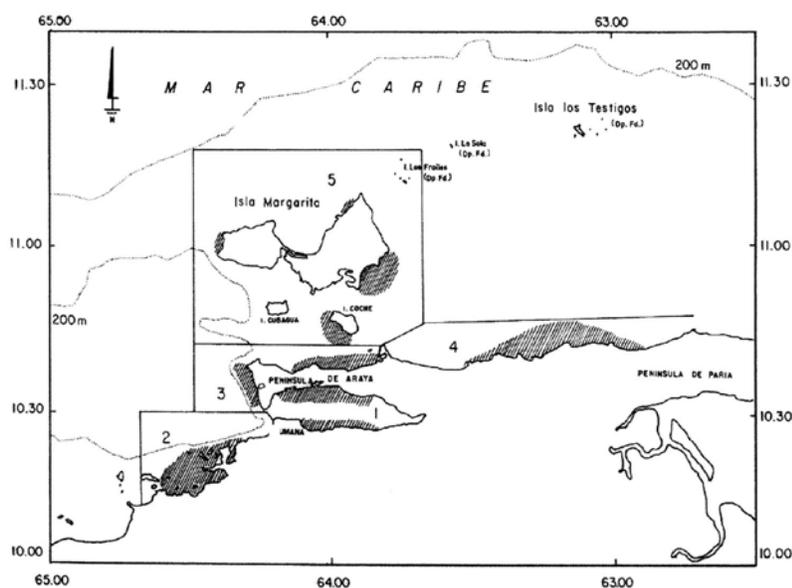


Figura 1. Áreas de pesca de la sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela.

De allí, que estos parámetros poblacionales como el crecimiento y la mortalidad requieran ser revisados y definidos con precisión a través del tiempo, de manera que permitan interpretar la variabilidad del recurso y su comportamiento ante ciertos niveles de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de longitud total, peso y capturas de la pesca comercial de sardina, realizada en el nororiente de Venezuela durante el período 1990 – 2008 (Figura 1). Esta información se generó en el marco del programa de monitoreo que sobre el recurso ejecuta el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Los datos de longitud total y peso fueron procesados para determinar por regresión lineal la relación longitud-peso y el tipo de crecimiento. Inicialmente, los parámetros de crecimiento (L_{∞} y K), fueron determinados a través de la descomposición modal de las frecuencias de tallas según la metodología de Gulland y Holt (1959). Posteriormente, utilizando los incrementos de tallas intermensuales se estimaron los parámetros L_{∞} y K por el método Fabens (1965), para luego ser ajustados a la ecuación de von Bertalanffy y estimar la longitud a una edad de referencia. Las estimaciones de estos parámetros fueron realizadas para el período total (1990-2008) y para tres sub-períodos: 1990-1995, 1996-2001 y 2002-2008.

La mortalidad total (Z) se determinó por el método propuesto por Ehrhardt y Ault (1992), basado en la distribución de frecuencia longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud total de *Sardinella aurita* osciló entre 80 y 266 mm de longitud total. Se combinó la información de incrementos en longitud de manera integral para observar la tendencia del crecimiento mensual de la sardina. Durante el período de estudio (1990-2008), se observó un incremento constante en longitud durante el primero y segundo trimestre, el cual disminuyó progresivamente hasta mediados del tercer trimestre, para luego presentar un repunte a mediados del cuarto trimestre (Figura 2). El promedio de crecimiento del primer y segundo trimestre fue de 9,08 mm y 9,76 mm por mes respectivamente, mientras que el promedio de los incrementos de crecimiento para la sardina en el tercer y cuarto trimestre fue de 7,26 y 8,22 mm por mes. El promedio general de incrementos de crecimiento por mes fue de 8,58 mm.

Los parámetros de crecimiento de esta especie ajustados con el método de Fabens (1965) permitieron estimar un $L_{\mu} = 326,12$ mm y $K = -0,056$ /mes durante el período 1990 - 2008 (Figura 3). Los intervalos de confianza estimados se calcularon entre 285 a 365 mm longitud total para L_{∞} y de 0,045 a 0,075/mes para la tasa de crecimiento K (Figura 4). Los parámetros ajustados se usaron en la ecuación de von Bertalanffy, estimando que ejemplares de sardinas de 2,5 años (30 meses) alcanzan una longitud total de 265 mm de longitud total.

Los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) para el período 1990-1995 fueron los siguientes: $L_{\mu} = 375,33$ mm y $K = -0,038$ /mes (Figura 5).

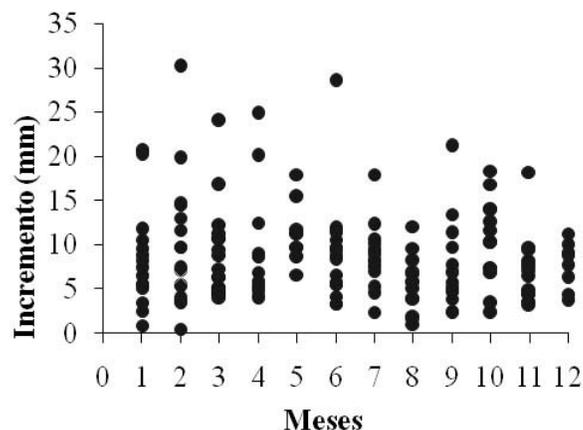


Figura 2. Incrementos de longitud de la especie *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela, durante el período 1990-2008.

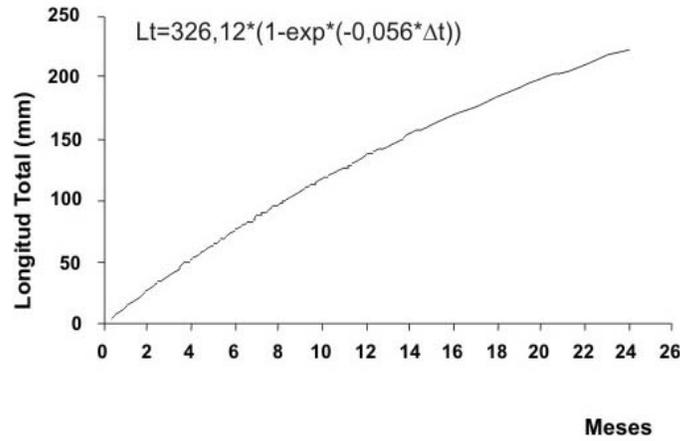


Figura 3. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1990-2008.

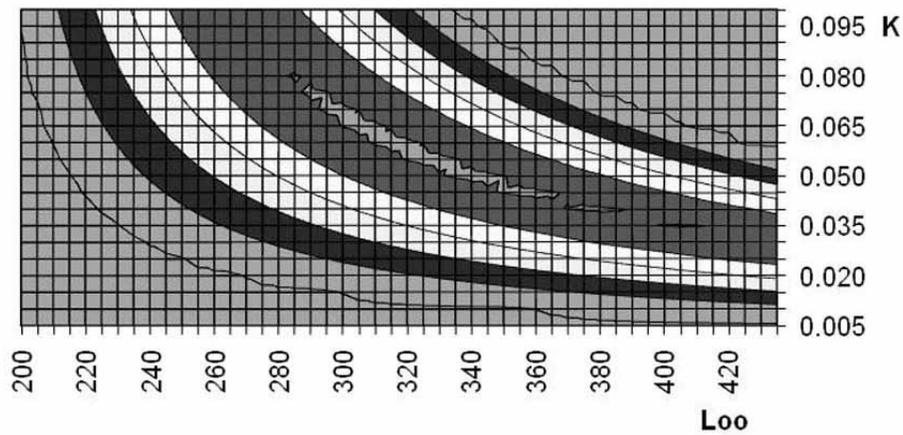


Figura 4. Intervalos de confianza al 95% de L_{∞} y K de la especie *Sardinella aurita*, período 1990-2008. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

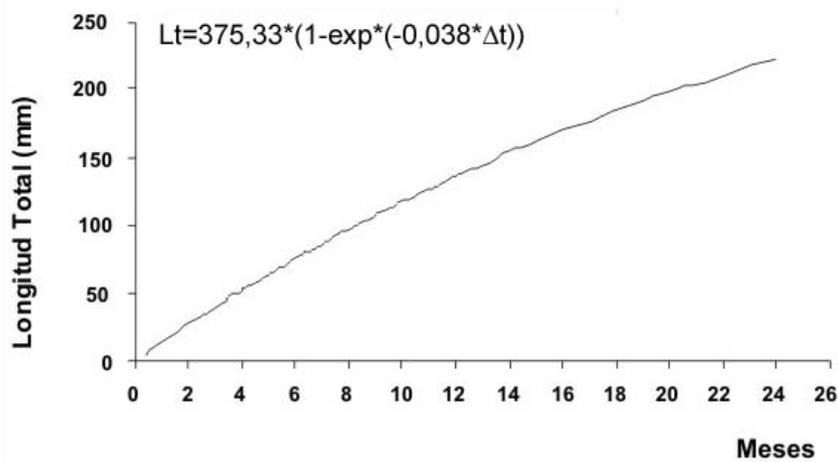


Figura 5. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1996-2001.

Los intervalos de confianza estimados para L_{μ} y K para el período en estudio se observaron entre 300 a 400 mm longitud total y de 0,035 a 0,060/mes, respectivamente (Figura 6). Estos parámetros se emplearon en la ecuación de von Bertalanffy estimando que ejemplares de *Sardinella aurita* de dos años de edad (24 meses) alcanzan una longitud total de 222 mm

Para el período 1995 al 2000 los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) permitieron estimar los siguientes valores: $L_{\mu}=348,15$ mm y $K=0,095$ /mes (Figura 7). Los intervalos de confianza de los parámetros de crecimientos: L_{μ} y K para este periodo, no se ajustaron, observándose en la Figura 8 la no convergencia para ambos parámetros.

La ecuación de von Bertalanffy permitió estimar que para una edad de un año y medio (18 meses) la longitud total es de 211 mm.

Para el período 2002 al 2008 los parámetros de crecimiento ajustados por el método de Fabens (1965) permitieron estimar los siguientes parámetros: $L_{\mu}=266,89$ mm y $K=0,109$ /mes (Figura 9). Los intervalos de confianza de los parámetros de crecimiento se hallaron entre 240 a 345 mm de L_{μ} y $K=0,06$ a $0,18$ /mensual (Figura 10).

La ecuación de von Bertalanffy permitió estimar que ejemplares de sardina con longitud total de 197 mm se corresponden con un año de edad.

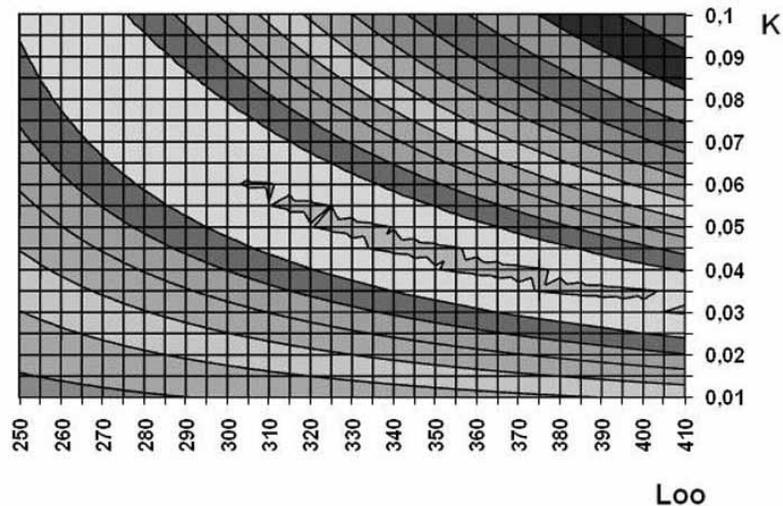


Figura 6. Intervalos de confianza al 95% de L_{μ} y K de la especie *Sardinella aurita*, período 1990-1995. En el centro de la figura, a franja gris claro, identifica los intervalos.

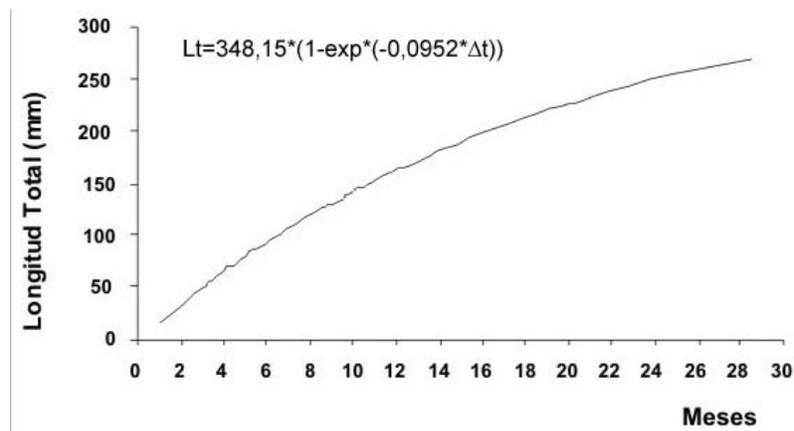


Figura 7. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1996-2001.

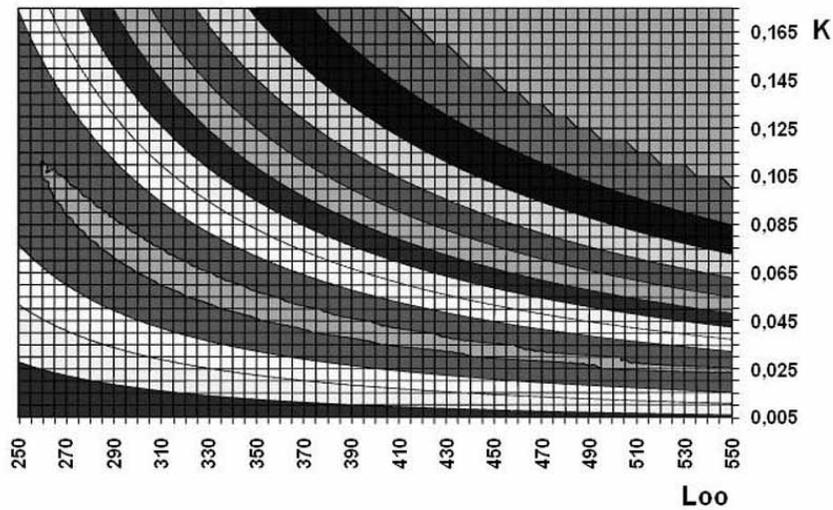


Figura 8. Intervalos de confianza al 95% de Loo y K de la especie *Sardinella aurita*, periodo 1996-2001. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

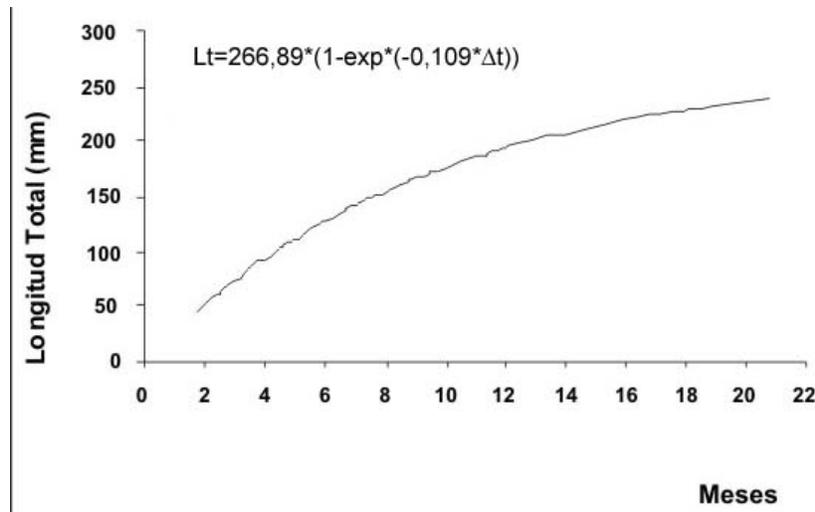


Figura 9. Ecuación de crecimiento de la especie *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 2002-2008.

La variación de los valores de mortalidad total (Z) por año, de sardinas en el nororiente de Venezuela, se puede observar en la Figura 11, notándose en los primeros años (1990-1993), una tendencia hacia la disminución. Para los años 1994-1995, la mortalidad se incrementa el doble de lo observado en el período anterior, mientras que para el período 1995-1996, esta disminuye nuevamente para luego incrementarse durante el período 1997 al 2000. En el año 2002 se reporta la tasa de mortalidad más elevada. Para los siguientes años no se observa una clara tendencia en el comportamiento de la mortalidad total,

con fluctuaciones desde los años 2001 al 2005, y mostrando una disminución hacia el año 2008.

Los estimados de los parámetros de crecimiento K y $L\mu$ para el período total de estudio 1990 – 2008, contrastan con los resultados obtenidos de estudios de crecimiento mediante distribuciones de frecuencias de tallas, que indican un crecimiento rápido de *Sardinella aurita* en la región nororiental de Venezuela, con valores de K cercanos a uno (Mendoza y Guzmán 1992, Mendoza *et al.*, 1994, Mendoza y Guzmán, 1997; Guzmán y Gómez, 2000).

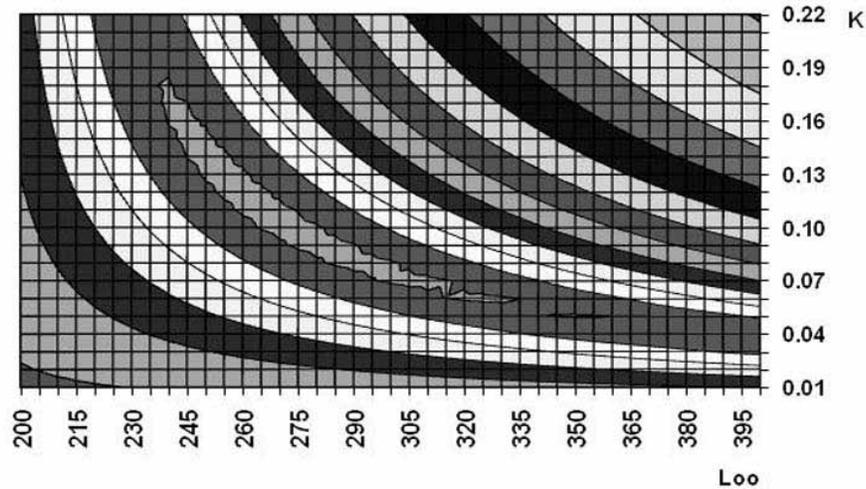


Figura 10. Intervalos de confianza al 95% de Loo y K de la especie *Sardinella aurita*, período 2002-2008. En el centro de la figura, la franja gris claro, identifica los intervalos.

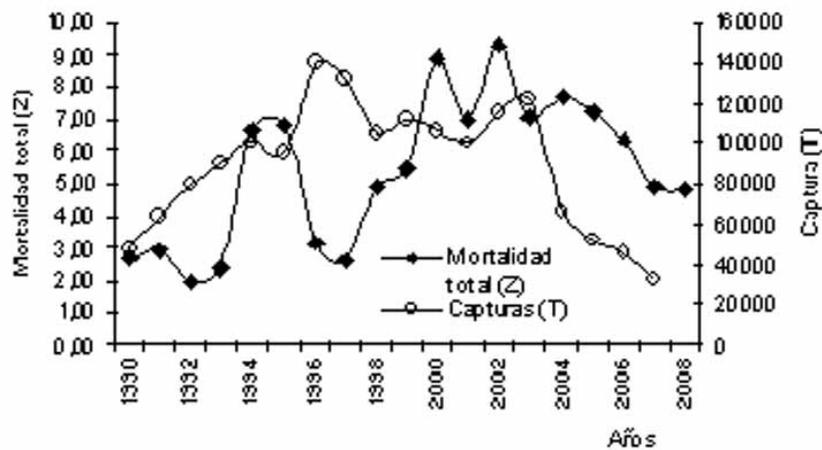


Figura 11. Variación de la captura (T) y mortalidad total (Z) de *Sardinella aurita*, en el nororiente de Venezuela, período 1990-1998.

No obstante, los intervalos de confianza estimados de estos parámetros (K intermensual y $L\mu$) usados en la ecuación de von Bertalanffy permiten señalar un crecimiento rápido, lo cual se evidencia al determinar la longitud para una edad correspondiente de referencia.

Esta afirmación es válida para los subperíodos de estudio analizados. Es importante señalar, que las estimaciones de longitud respecto a la edad mediante análisis de frecuencias de longitudes son similares a las obtenidas por otros autores (Guzmán y Gómez, 2000; Freón y Mendoza, 2003). Estudios de edad y crecimiento por medio de anillos de crecimiento

diario señalan que *Sardinella aurita* a un año de edad alcanza 195 mm de longitud total (Barrios, 2002); lo cual es evidencia del crecimiento rápido de la especie en la región nororiental.

La tendencia mensual del crecimiento durante el período de estudio; con un incremento constante de la longitud durante el primer y segundo trimestre, una disminución en el siguiente y un repunte en el cuarto trimestre estaría relacionado con el período de surgencias en la región; el cual es de mayor intensidad durante los primeros meses del año con un segundo pulso variable entre los meses de octubre y noviembre.

Al respecto se ha podido determinar que el crecimiento de esta especie en el área está positivamente correlacionado con el afloramiento (Freón *et al.*, 2003a, Mendoza *et al.*, 1994; Guzmán *et al.*, 2003). El modelo de crecimiento rápido también estaría correlacionado con la presión depredatoria a que está sometida la especie (Mendoza *et al.*, 1994).

Los cambios de la mortalidad en el período analizado, así como las tendencias y fluctuaciones, estarían relacionados con la disponibilidad, accesibilidad, vulnerabilidad del recurso y la estructura de edades de la población, en las áreas tradicionales de pesca. En tal sentido, se señala que desde mediados del año 2005 se inicia un período de muy poca actividad pesquera de sardina en el estado Nueva Esparta con una caída de la captura en un 90%, siendo importante destacar que el área aportaba el 50% de la producción nacional de sardinas; por su parte, en el estado Sucre también se observó una actividad con tendencia a la baja.

En este contexto, se conoce que la abundancia del recurso en la región nororiental de Venezuela esta influenciada por un régimen de vientos cíclicos que controla la hidrodinámica del sistema marino costero de esta región e induce eventos de surgencias o de fertilización de las aguas que inciden en la alta productividad del mismo, razón por la cual ocurren las mayores concentraciones de este recurso que es soporte de la principal pesquería del país. (Freón *et al.*, 2003a).

En relación al perfil oceanográfico se ha observado que ocurren cambios cuya periodicidad es variable, los cuales afectan fundamentalmente la fase de reclutamiento (crecimiento de la población), lo cual pudiera estar incidiendo en la abundancia del recurso en las áreas mencionadas. Como una expresión de ello, es lo observado durante los últimos cinco años, atribuido principalmente a una combinación de factores ambientales (temperatura de la columna de agua, disminución de la intensidad de surgencias, productividad de las aguas, calidad del plancton material inorgánico en suspensión, corrientes, entre otros) y pesqueros (intensidad de pesca), sin dejar de mencionar los cambios climáticos a escala global que estarían incidiendo en la disponibilidad del recurso y de hecho en la actividad pesquera en áreas tradicionales importantes (Margarita y el eje La Esmeralda - Morro de Puerto Santo; Guzmán, 2002).

Sobre el efecto de la explotación, lo relacionado a la intensidad de pesca en algunas áreas como eje La Esmeralda - Morro de Puerto Santo del estado Sucre, estaría afectando el comportamiento, el tamaño y la estructura de tallas de los cardúmenes en esta área reducida, sensible y muy perturbada por la actividad pesquera.

En el contexto anterior, se debe resaltar que la intensidad de pesca se incrementó significativamente a partir de 1996, producto de la demanda como consecuencia de una nueva actividad conexas (el picado de sardinas), por lo general en su mayoría es cubierta por 52 trenes de argolla permisados que operan exclusivamente desde La Esmeralda hasta el Morro de Puerto Santo. En la actualidad, existen alrededor de 25 picadoras, distribuidas en diferentes localidades del estado Sucre, consecuencia del comportamiento de la pesquería y actividades conexas en esta zona. Los rendimientos por faena de pesca han descendido de 53 t/calada a 15 t/calada en el período 1996 - 2005, y se estima que en los últimos tres años se ha mantenido alrededor de esta cifra, producto de la presión pesquera en el área referida (Guzmán, 2008).

CONCLUSIONES

El crecimiento rápido de *Sardinella aurita* en la región nororiental, está positivamente correlacionado con el afloramiento o períodos de surgencias; la tendencia de mayor intensidad de este parámetro durante el primero y segundo trimestre así lo evidencia.

Los cambios, fluctuaciones y tendencias de la mortalidad durante el período analizado, guardan estrecha relación con la disponibilidad, accesibilidad y vulnerabilidad del recurso; así como con la estructura de edades de la población, en las áreas tradicionales de pesca.

RECOMENDACIONES

Debido a la variabilidad natural de la especie, su importancia económica, social, ecológica y el reto que significan los cambios climáticos para la gestión armónica del recurso. Se recomienda mantener el seguimiento del mismo y la necesidad de fortalecer su monitoreo incorporando un programa permanente de prospecciones de hidroacústica; ello permitiría conocer a escalas de tiempo más cortas sobre su

comportamiento, distribución y niveles de biomasa disponible.

LITERATURA CITADA

- Barrios, A. 2002. Periodicidad del reclutamiento y formación de cohortes de la sardina, *Sardinella aurita*, del Golfo de Cariaco, Cumaná, Venezuela. Tesis de grado. UDO. p 78.
- Ehrhardt, N. M. and J. S. Ault 1992. Analysis of two length – based mortality models applied to bounded catch length frequencies. Trans. Amer. Fish. Soc. 121 (1):115:122
- Fabens, A. J. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. Growth, 29:265-289.
- Freón, P., M. EL Kattabi, J. Mendoza y R. Guzmán. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* in the southern Caribbean. Marine Biology, 128:363-372.
- Freón P. y J. Mendoza 2003. La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezolano. IRD Éditions. París, France, pp 549.
- Freón, P., E. K. Mostafa. J. Mendoza y R. Guzmán. 2003a. Una estrategia reproductiva inesperada: el caso de *Sardinella aurita* de las costas de Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, Paris 2003. pp 357 - 400.
- Freón, P., R. Guzmán y R. Aparicio. 2003b. Relaciones entre capturas, esfuerzo pesquero y surgencia costera en la pesquería de sardina del oriente de Venezuela. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, París 2003. pp 451- 472.
- Gerlotto, F y Hno. Gines. 1988. Ecointegración y pesca sardinera: 10 años de investigación en EDIMAR . Memoria soc. Cienc. Nat. La salle, 48 (Suppl. 3).
- Gonzalez, L. W. 1985. Determinación de edad y crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* de la región nororiental de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. UDO 24 (1 y 2): 111 - 128.
- Gulland J. y S. J. Holt. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time Intervals. J. Cons. CIEM, 25 (1): 47- 49.
- Guzmán, R., M. Penott y B. Carmona. 1993. La sardina: aspectos de su biología y pesquería en el nor-oriente de Venezuela. FONAIAP Divulga, 44:33-34.
- Guzmán, R., G. Gómez y M. Penott. 1998. Aspectos Biológicos y Pesquería de la Sardina, *Sardinella aurita* en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Zoot. Tropical. 16 (2): 149-162.
- Guzmán, R., Gómez, G., M. Penott y G. Vizcaíno. 1999. Estructura de Tallas y Reproducción de la Sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. Zoot. Trop. 17(2): 175 -191
- Guzmán, R y G. Gómez. 2000. Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de la Sardina, *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. Zoot. Trop. 18(2):129 - 144
- Guzmán, R., F. Arocha y G. Gómez. 2001. Tipo de desove de la sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) en el nororiente de Venezuela: Resultados preliminares. Zoot. Trop. 19(2):173-183.
- Guzmán, R. 2002. Pesquería de sardinas en la franja costera La Esmeralda – Morro de Puerto Santo. Informe. Técnico. Realizado a solicitud de la oficina de Relaciones Exteriores y Comercio. Gobernación del estado Sucre. p 4.
- Guzmán, R., P. Freón J. Mendoza. P. y Freón 2003. La pesquería de sardina en el oriente de Venezuela, su variabilidad espacio-temporal. **In:** P. Freón y J. Mendoza (eds). La sardina (*Sardinella aurita*) Su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, Paris 2003. pp.-427-450.
- Guzmán, R. 2008. Análisis de la Pesquería de la sardina en la región nororiental de Venezuela. Informe Técnico INIA. 25 pp. (Mimeo).
- Heald, E. J. and R. C. Griffiths. 1967. The age determination, from scale reading, of sardine, *Sardinella aurita*, of the gulf Cariaco, eastern

- Venezuela. Inv. Pesq. Ser. Rec. Explot. Pesq. (MAC) 10 (1):374 - 446.
- Mendoza, J y R. Guzmán. 1992. Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa disponible de la sardina en el oriente venezolano por medio de frecuencias de longitudes: período 1957 - 1985. 12 pp (Mimeo).
- Mendoza, J., P. Freón and R. Guzmán. 1994. VPA Estimates of fishing mortality and exploited biomass from *Sardinella aurita* catch - at - length data in eastern Venezuela. NAGA The ICLARM. Quartely. October 1994: 32 -36
- Mendoza, J y R. Guzmán. 1997. Evaluación de la sardina, *Sardinella aurita* en el oriente de Venezuela. Inf. Téc. Taller Regional de Evaluación de Pequeños Pelágicos. Lima. Perú. 13 al 31 de octubre de 1997 (Mimeo), p 24.
- Mendoza, J., P. Freón., R. Guzmán y R. Aparicio. 1998. *Sardinella aurita* Population Dynamics Related to environmental Parameters in the Southern Caribbean (Venezuela). In Global versus local changes in upwelling systems. Edited. Marie Helene Durand, Philippe Cury, Roy Mendelsohn, Claude Roy, Andrew Bakun and Daniel Pauly. ORSTOM. pp 293 - 309.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela

Luis Duran¹, Cecilia Sánchez², Johny Palmero¹, Luis Chaparro¹, Tonny Garcia¹ y Edward Sánchez¹

¹Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Programa de Técnico Superior Agroindustrial.

*Correo electrónico: luisduran@ucla.edu.ve.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Lara.

RESUMEN

La calidad y los atributos sensoriales de los quesos artesanales varían como consecuencia de la falta de estandarización de los procesos de fabricación y de la composición de la materia prima. La composición fisicoquímica (humedad, proteínas, grasas, cloruros, cenizas, pH, actividad de agua- a_w) y la calidad microbiológica (coliformes totales y fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*) se estudió en quesos provenientes de cuatro unidades de producción caprina tradicionales a las afueras de Carora, estado Lara. Los resultados muestran una gran variabilidad en su composición fisicoquímica y calidad microbiológica: humedad (50,24 – 55,03g/100g), proteínas (18,06 – 31,07g/100g), grasa (23,55 – 35,31 g/100g), cloruros (3,74 – 6,79 g/100g), cenizas (4,86 – 8,46g/100g), acidez titulable (0,19 – 0,28% ácido láctico), a_w (0,95 – 0,98), coliformes totales (10^2 – 10^4 NMP/g) y fecales (10^1 – 10^4 NMP/g). Se determinó la presencia de *E. coli*, y de *Citrobacter freundii*, más no así de *S. aureus* ni de *Salmonella spp.* Con base a los resultados obtenidos, se puede indicar que la calidad microbiológica de los quesos de esta localidad es deficiente y en algunos casos pueden representar un riesgo a la salud de los consumidores.

Palabras clave: queso, coliformes, cabra.

Physicochemical and microbiological of Carora goat white cheese in Lara state, Venezuela

ABSTRACT

The quality and sensory attributes of cheese vary as a result of lack of standardization of manufacturing processes and the composition of the raw material. The physico-chemical composition (moisture, protein, fat, chlorides, ash, pH, water activity- a_w) and the microbiological quality (total and fecal coliforms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*) of cheese were studied from four traditional goats production units at the surroundings of Carora, Lara state. The results showed high variability in their physicochemical and microbiological quality composition: moisture (50,24 - 55,03 g/100g), protein (18,06 - 31,07 g/100g), fat (23,55 - 35,31 g/100g), chloride (3,74 - 6,79 g/100g), ash (4,86 - 8,46 g/100g), acidity (0,19 - 0,28% lactic acid), a_w (0,95 - 0,98), total coliforms (102 - 104 MPN/ g) and fecal (101 - 104 MPN/g). We determined the presence of *E. coli*, and *Citrobacter freundii*, and no more of *S. aureus* and *Salmonella spp.* Based on the results obtained, it may indicate that the cheeses of this place had lack of microbiological quality and in some cases may represent a risk to consumer health. It is necessary to apply good manufacturing practices (GMP) and HACCP to improve the sanitary quality of artisanal cheeses.

Keywords: cheese, coliforms, goats.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el queso de cabra es considerado un producto de alto valor nutricional y sano, asociado a la alta digestibilidad y asimilación de los productos lácteos caprinos por tener, glóbulos de grasa pequeños y mayor cantidad de vitamina A, calcio, potasio, cobre, magnesio y fósforo en comparación a la leche de vaca. La leche de cabra contiene un mayor porcentaje de ácidos grasos de cadena corta que intervienen en el sabor del queso, como butírico, caproico, cáprico y caprílico en comparación a la leche de vaca (>17% vs 5%), los cuales le confieren al queso sabores diferentes y atractivos para los consumidores, por ello, contribuyen cada vez más a mejorar la economía de productores y a incrementar el aporte de nutrientes de los consumidores (Vega *et al.*, 2004).

En Venezuela, la cría de cabras se ha desarrollado en las zonas semiáridas del occidente del país ubicadas en los estados Zulia, Falcón y Lara. Particularmente Lara, en el municipio Torres, es uno de los sectores de la población de menores recursos tiene como principal fuente de ingresos y medio de subsistencia en la actividad caprina.

En Venezuela, el queso de cabra elaborado artesanalmente en pequeñas unidades de producción rural, es el producto lácteo caprino más conocido. Sin desmerecer las diversas clasificaciones de quesos existentes en el país y considerando las investigaciones realizadas por varios autores (Duthoit *et al.*, 2003; Mauriello *et al.*, 2003), se hace necesario ampliar y profundizar el estudio de estos quesos elaborados artesanalmente en sistemas tradicionales con esquema de producción extensivo, ya que existe poca información documentada sobre ellos.

Asimismo, se requiere información adicional sobre los factores que afectan la calidad de los derivados lácteos, tales como la alimentación del rebaño lechero, prácticas tradicionales de la fabricación del queso y la dinámica de comunidades microbianas que están presentes en el queso. En estos sistemas de producción tradicionales la producción de leche, aunque es baja, les permite, a los productores que viven en condiciones marginales, obtener una entrada semanal cuando venden los quesos que son importantes para el mantenimiento de sus familias.

Este escenario hace necesario plantear investigaciones que establezcan relaciones entre el

origen geográfico, tecnología aplicada, microbiología y características sensoriales de los productos lácteos; además de determinar las constantes físicas y químicas como la actividad de agua (a_w), debido a que valores bajos de este parámetro disminuyen el índice de la actividad proteolítica en el queso (Pinho y *et al.*, 2004). Para poder establecer cuáles son los atributos que caracterizan estos productos y poder plantear mejoras tecnológicas que contribuyan a mejorar su sistema de producción y, por ende, las condiciones de vida de quienes producen estos quesos artesanales.

Por esta razón, se consideró importante caracterizar la calidad química y microbiológica del queso de cabra de la microrregión de San José de los Ranchos, municipio Torres, del estado Lara. Basado en lo anteriormente expuesto, esta investigación aporta conocimientos sobre las características del queso artesanal de cabra, elaborado por un grupo de productores del estado Lara, ubicados en el municipio Torres, así como también recomendaciones a dichos productores sobre como mejorar su proceso productivo para obtener un producto de mejor calidad. Este estudio constituye un paso preliminar que puede ser ampliado a otros productores caprinos y contribuir a mejorar una agroindustria artesanal que pueda proporcionar mejores ingresos a las personas que se dedican a este rubro en cuestión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Las muestras de queso de cabra, elaborado artesanalmente con leche cruda, provienen de cuatro unidades de producción (UP) extensivas ubicadas en San José de Los Ranchos, en las afueras de Carora, Municipio Torres, estado Lara.

Animales

Las cabras eran criollas con algún mestizaje de Alpino Francés y Nubian pertenecientes a explotaciones tradicionales.

Sistema de Alimentación

Los animales se alimentan pastoreando la vegetación circundante de las zonas áridas y semiáridas del monte espinoso tropical y bosque muy seco tropical (Virguez y Chacón, 2000; Sánchez *et al.*, 1994).

Muestra

Se recolectaron 5 muestras (provenientes de un mismo lote) de 500g c/u de queso de cabra por UP según lo establecido en la norma COVENIN 9383 (1983) para la metodología de toma de muestra. Los análisis fisicoquímicos incluyeron determinación de humedad (COVENIN 1945-1982), proteínas (A.O.A.C. 1990), grasa (A.O.A.C. 1990), cloruros (COVENIN 369 – 1982), cenizas: se realizó según el procedimiento establecido por (COVENIN 368 - 1997), acidez titulable: (COVENIN 658 –1997), y actividad de agua (a_w): por método psicrométrico en el que se utilizó el Decagon CX-2 marca *IGA_{SORP}*.

Los recuentos microbiológicos incluyeron coliformes totales y fecales, *Escherichia coli* (COVENIN 1104 – 1984), *Staphylococcus aureus* (COVENIN 1292 – 1988), *Salmonella spp* (COVENIN 1291 – 1988), en el caso de este microorganismo se realizó un preenriquecimiento previo, a partir de este caldo se sembraron 0,1 ml en tubos de enriquecimiento que luego de su incubación se sembraron por estría en

placas de agar SS (Salmonella-Shigella; 7667 Merck; COVENIN 1291 – 1988).

Análisis Estadístico

Los resultados se presentaron como estadística descriptiva (medias y desviación estándar de cinco réplicas por UP cada una por triplicado). Para determinar si había diferencias significativas entre las variables fisicoquímicas y microbiológicas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis del paquete estadístico Statistix versión 8.0, debido a que los datos de las mismas no cumplieron con los supuestos de la normalidad requeridos por la prueba de ANOVA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de los quesos de cabra

En el Cuadro 1 se presentan los valores de las características químicas de los quesos de las distintas UP, en los cuales se puede observar que todas las UP producen quesos que difieren en sus características químicas ($P < 0,05$).

Cuadro 1. Características químicas promedio de los quesos de cabra de cuatro UP ubicadas en San José de los Ranchos, municipio Torres, estado Lara.

Característica	Valor promedio por UP			
	I	II	III	IV
Humedad (g/100g)	50,24±0,70d	52,96±0,50 c	55,03±0,23a	53,97±0,19b
Proteínas (g/100g ¹)	20,35±1,62 a	18,06±0,55 d	14,51±0,64 b	20,88±0,65c
Grasa Extracto Seco g/100g ¹)	23,55±1,05 a	19,89±1,77 b	22,77±0,88 c	18,10±1,04b
Cloruros (g/100g)	3,74±0,45 c	4,20±0,46c	5,41±0,35 b	6,79±0,75 a
Cenizas (g/10g)	5,61±0,03 a	5,08±0,16 c	6,71±0,13 b	4,86±0,12c
Acidez titulable (g de ácido láctico)	0,19±0,00 a	0,25±0,01 d	0,28±0,00 c	0,22±0,00b
a_w	0,95±0,01 c	0,97±0,01a	0,98±0,01a	0,96±0,01b

Todos los resultados se expresan como media y desviación estándar de triplicados de cinco muestras. ¹Resultados expresados en base seca.

a, b, c, d Superíndices diferentes indican grupos estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

La humedad de los quesos está en un rango elevado entre 50,24 y 55,03%, por lo cual se tratan de quesos frescos que según su consistencia se clasifican en quesos blandos, dado que tienen una humedad mayor del 45 %. (COVENIN 3821-2003). Los quesos de las cuatro UP resultaron estadísticamente diferentes ($P<0,05$) para este parámetro (Cuadro 1).

Los valores de proteína de los quesos oscilaron entre 14,51 - 20,58%. Todos los grupos fueron estadísticamente diferentes ($P<0,05$). Los valores de grasa de los quesos oscilaron entre 18,10 y 23,55%. Según la norma COVENIN 1813 - 2000, estos quesos se incluyen como productos de “bajo contenido de grasa” (GES de 10 a 25%), conformando tres grupos estadísticamente diferentes ($P<0,05$).

Los valores de cloruros de los quesos variaron entre 3,74 y 6,79%, con 3 grupos estadísticamente diferentes ($P<0,05$), teniendo un contenido bajo de cloruro para los quesos de la UP I y II ($P>0,05$). Los valores de cenizas variaron entre 4,86 y 6,71%, con diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$) entre todos los quesos de las distintas UP. Los valores de acidez titulable de los quesos oscilaron entre 0,19 y 0,28 para todas las UP y fueron estadísticamente diferentes ($P<0,05$). Maldonado y Llanca (2008), indicaron que la acidez titulable, es un índice de una adecuada elaboración del queso. Los valores de a_w (actividad del agua) en los quesos de las diferentes UP están en el rango de 0,95 y 0,98 con diferencias estadísticas entre los grupos ($P<0,05$). Según Cava *et al.*, 2006 valores de a_w mayores a 0,86 o favorecen el desarrollo de microorganismos. Los valores de a_w de las UP están en el rango de 0,95 y 0,98 al comparar

con los valores reportados por Cava *et al.*, 2006 se puede considerar que los quesos analizados tienen una carga microbiana alta y es factible la presencia de microorganismos patógenos.

Con la finalidad de establecer en que rango entran los quesos analizados según su consistencia con base en la norma COVENIN 1813 - 2000 se calculó el porcentaje de humedad en base desgrasada (HMS) clasificando a los quesos artesanales como semiduros (provenientes de la UP I, II y III) y blandos (UP IV). En el Cuadro 2, se observan los resultados obtenidos para la clasificación según el contenido de grasa en base seca (GES), el queso de la UP III presenta el valor más elevado de grasa y el de la UP I el más bajo, esta clasificación permite clasificar a estos quesos como bajos en grasa (GES es superior o igual a 10% e inferior a 25 %).

Calidad microbiológica de los quesos

Coliformes totales y fecales

En la Cuadro 2 se presentan los valores de los coliformes totales y fecales de los quesos de las UPI, II, III, IV los cuales oscilan entre 100 - >1100 y 30- >1100 (NMP/g), respectivamente. Al evaluar los resultados de los recuentos se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$). Los quesos de la UP II presentaron un recuento de coliformes totales y fecales por encima de los establecidos en la norma COVENIN 1104 - 1984, lo que indica que no es apto para consumo humano y su calidad microbiológica es baja.

Cuadro 2. Denominación Clasificación de los quesos según la consistencia y el contenido de grasa COVENIN 1813:2000.

Característica	Valor promedio por UP			
	I	II	III	IV
HSMG	59,59±0,7869c	66,98±0,9580b	71,70±1,6438a	65,82±0,5811b
% de Grasa Extracto Seco	15,46±0,5506c	19,89±1,1831b	22,71±0,4697a	18,10±0,6677b
Clasificación	Semiduro, Bajo contenido en grasa	Semiduro, Bajo contenido en grasa	Blando, Bajo contenido en grasa	Semiduro, Bajo contenido en grasa

HSMG: % de humedad sin materia grasa.

Resultados expresados como media y desviación standard de tres replicas de cinco muestras (subíndices diferentes indican grupos estadísticamente diferentes $P<0,05$).

Las pruebas bioquímicas y orientativas (Cuadro 3), indicaron en el caso de la UP I. coincidencias con las características de la *E. coli*. en la UP II, el microorganismo reúne las características del *Citrobacter freundii*. En los quesos de la UP III los microorganismos presentaron coincidencias con las características de la *Escherichia coli*. En los quesos de la UP IV se aislaron microorganismos con resultados similares a los reportados en el queso II, es decir, se confirma la presencia de *Citrobacter freundii*. Este grupo de bacilos gramnegativos aerobios que se pueden encontrar en el agua, suelo, comida y tracto intestinal de animales y humanos, puede producir infecciones importantes, especialmente en huéspedes inmunodepresivos y son causa frecuente de infecciones en el hombre, en especial infecciones urinarias, meningitis neonatal y abscesos cerebrales, además de destruir las microvellosidades intestinales.

El *Citrobacter freundii* ha sido asociado con epidemias esporádicas de gastroenteritis en hospitales, afecta a neonatos y ancianos, la misma puede ocasionar una sepsis bastante mortal en recién nacidos, en la cual los síntomas son fiebre, convulsiones, diarrea, decaimiento, pobre succión, ictericia, distensión abdominal, vómitos, pérdida de conciencia, insuficiencia respiratoria y viceromegalia (Clemente *et al.*, 1999).

Staphylococcus spp.

En el Cuadro 4 se presenta el recuento de *Staphylococcus spp* el cual varió en el rango de $2,6 \times 10^1$ y $1,7 \times 10^2$ UFC/g con diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). Las UP reportaron valores menores al límite máximo (UFC/g) establecido en la norma COVENIN 1292 - 1988 ($1,0 \times 10^2 - 1,0 \times 10^3$ UFC/g). Las pruebas bioquímicas y orientativas (Cuadro 5) indican las características de los microorganismos aislados en los quesos de las diferentes UP. Solo en las colonias aisladas de una de las muestras de la UP II se observaron microorganismos con las características del *S. aureus*. Este microorganismo puede ser capaz de producir brotes de intoxicaciones alimentarias que generan en los pacientes síntomas como diarreas, vómitos, dolores abdominales y que en niños y ancianos puede ocasionar la muerte Cava *et al.*, 2006 y (Maldonado y Llanca 2008),

Aislamiento presuntivo de *Salmonella spp.*

Las colonias aisladas del medio SS fueron sometidas a pruebas bioquímicas confirmativas de *Salmonella spp.* para descartar la presencia de alguna otra bacteria, presumiblemente enterobacterias, que pudiese haber crecido en este medio de cultivo.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas orientativas y bioquímicas confirmatorias aplicadas a colonias presuntivas de *Escherichia coli*.

Prueba	Bacterias Aisladas			
	UP I	UP II	UP III	UP IV
Gram	Gram (-)	Gram (-)	Gram (-)	Gram (-)
Características de las colonias en agar Levine	Colonias transparentes	Colonias transparentes y verdes con brillo metálico	Colonias con brillo verde metálico	Colonias verdes con centro oscuro
Indol	+	-	+	-
Rojo de Metilo	-	+	+	+
Voges Proskauer	-	-	-	-
Citrato	+	+	-	+
Morfología	Bacilos aislados y en cadenas	Bacilos en cadenas	Bacilos aislados y en cadenas	Bacilos aislados y en cadenas

Cuadro 4 Recuento presuntivo de microorganismos patógenos y deteriorativos en quesos de San José de los Ranchos, municipio Torres, estado Lara.

Microorganismo	UP				Recuento (Norma COVENIN)
	I	II	III	IV	
Coliformes totales (NMP/g)	103a	>1,100b	610 c	170 d	
Coliformes fecales (NMP/g)	38a	>1,100b	500 c	30a	150 – 1.100 (1.104 – 1.984)
<i>E. coli</i>	38a	-	500 c	-	
<i>Staphylococcus spp.</i> (UFC/g)	2,6 x10 ¹ a	1,7 x 10 ² b	1,2 x 10 ² c	3,6 x 10 ¹ d	1 x 10 ² - 1 x 10 ³ (1.292 – 1.988)
<i>Salmonella spp.</i> (presuntivo)	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	Ausencia (1.291 – 1.988)

Resultados expresados como media de tres replicas (superíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas P< 0,05).

Cuadro 5. Resultados de las pruebas orientativas y bioquímicas confirmatorias aplicadas a colonias presuntivas de *Staphylococcus aureus* aisladas del agar Baird Parker.

Prueba	Bacterias Aisladas			
	UP I	UP II	UP III	UP IV
Gram	Gram (+)	Gram (+)	Gram (+)	Gram (+)
Características de las colonias en Agar Baird Parker.	Colonias negras, sin doble halo	Colonias negras, con doble halo y sin doble halo	Colonias negras, sin doble halo	Colonias negras, sin doble halo
Catalasa	-	-	-	-
Coagulasa	1	2	1	1
DNAsa	-	-	-	-
Morfología	Cocos dispuestos en tétradas y racimos	Diplococos y racimos	Cocos dispuestos en tétradas.	Cocos aislados

En el Cuadro 6 se presentan las características de los microorganismos aislados para los quesos de la UP I, se determinó la presencia de bacilos Gram (-) en cadenas, con características compatibles con *E. coli*, (Merck, 2004). Los microorganismos aislados en los quesos de la UPII presentan características similares al *Citrobacter freundii* (Merck, 2004). Las características de los microorganismos aislados en los quesos III y IV son iguales a las presentes en el queso de la UP I, por lo cual se corrobora la presencia de *E.*

coli. Como se puede observar, ninguna de las colonias aisladas reúne las características de *Salmonella spp.*

Con base a estos resultados que reportan presencia de m.o. dañinos (*E. coli* y *C. freundii*), para la salud se hace necesario concientizar a los productores ubicados en las UP acerca de la necesidad de generar un producto de mejor calidad sanitaria y dar las orientaciones que permitan mejorar las prácticas de manufactura artesanales de los quesos de cabra.

Cuadro 6. Resultados de las pruebas orientativas y bioquímicas confirmatorias aplicadas a colonias presuntivas de *Salmonella spp.*

Prueba	Bacterias Aisladas			
	UP I	UP II	UP III	UP IV
Gram	Gram (-)	Gram (-)	Gram (-)	Gram (-)
Características de las colonias en Agar SS	Colonias transparentes y rosadas	Colonias transparentes	Colonias transparentes y rosadas	Colonias transparentes y rojas
Kligler	Taco amarillo/bisel amarillo	Taco negro/bisel amarillo	Taco amarillo/bisel amarillo	Taco amarillo/bisel amarillo
LIA	-	-	-	-
Urea	-	-	-	-
Morfología	Bacilos aislados y en cadenas	Bacilos aislados	Bacilos en cadenas	Bacilos en cadenas

También es fundamental realizar estudios que persigan caracterizar la calidad sanitaria de la gran producción de quesos artesanales que existe en el país, lo cual daría paso al proceso de estandarización de estos subproductos lácteos.

Es necesario aplicar buenas prácticas de manufactura (BPM) y HACCP para mejorar la calidad sanitaria de los quesos elaborados artesanalmente.

Relación entre las características fisicoquímicas y microbiológicas

Los quesos de la UP I reportaron valores de a_w de $0,95 \pm 0,01$, pH de $4,0900 \pm 0$, y valores de cloruros de $3,74\% \pm 0,45$. Al relacionar todos estos factores con el recuento microbiológico se evidencia que los recuentos más bajos de coliformes totales ($1,03 \times 10^2$ NMP/g), coliformes fecales ($3,82 \times 10^1$ cNMP/g), *S. epidermidis* ($2,6 \times 10^1$ UFC/g), se encontraron en los quesos de la UP I, esto se puede deber a una conjunción de factores como lo citado de Cava *et al.*, 2006, que establece que la combinación de un pH ácido y un a_w de 0,92 a 0,94 dificulta el crecimiento de microorganismos patógenos. Con base a lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que este queso presenta mejor calidad sanitaria en comparación con las otras UP.

Los quesos de la UP II reportaron valores de a_w de $0,9724 \pm 0,0016$, pH de $2,3567 \pm 0,1432$ y valores de cloruros de $2,7524 \pm 0,2989$. Al establecer relaciones con recuentos microbiológicos se observa que los recuentos de coliformes totales ($>1,1 \times 10^4$ NMP/g), coliformes fecales ($>1,1 \times 10^4$ NMP/g), *S. epidermidis*

($1,66 \times 10^2$ UFC/g), son los más altos a pesar de ser un queso ácido, este comportamiento se puede explicar por el hecho de presentar a_w elevada.

Los quesos de las UP III y IV presentaron valores intermedios entre el I y el II tanto en las características químicas como en las características microbiológicas, por lo cual se confirma que son de menor calidad que los quesos producidos en la UP I pero de mayor calidad que los producidos en la UP II.

CONCLUSIONES

Los quesos de cabra de las unidades de producción de San José de los Ranchos presentaron una gran variabilidad tanto en su composición química como en su calidad microbiológica.

A pesar de la variabilidad en la calidad microbiológica de los quesos de cabra, sólo los provenientes de la UP II presentaron valores superiores en coliformes totales y fecales a los establecidos en la norma COVENIN 1104 - 1984.

En algunas muestras de quesos se detectó la presencia de *E.coli* y *Citrobacter freundii*. En cambio, en ninguna de las muestras analizadas, se detectó la presencia de *Salmonella spp.*, ni de *S.aureus*.

No se pudo establecer las características de un queso típico de San José de Los Ranchos, ya que todos los quesos evaluados de las distintas UP, presentaron diferencias significativas en su composición química y microbiológica. Esta variabilidad en composición química y la deficiente calidad microbiológica

demonstraron que se deben hacer mejoras en el proceso de elaboración de los quesos de esta zona.

La calidad microbiológica de los quesos de San José de los Ranchos es deficiente y en algunos casos pueden representar un riesgo de salud pública para los consumidores.

LITERATURA CITADA

- AOAC, Official Methods of Analysis of Oficial Analitical Chemists. 1990. 15th. Pub. by the A.O.A.C. Washington D.C.
- Cava, R., E. Sangronis, E. Lucci y L. Woyzechowsky. 2006. Efecto de la adición de nisina en queso fresco “telita” sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus*. *An Venez Nutr.* [online]. (19), no.2 [citado 20 Septiembre 2010], p.69-73. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798_07522006000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-0752.
- Clemente, C., J. Ruiz, E. Vilert y F. García. 1999. Endocarditis por *Citrobacter freundii*. *An Med Interna (Madrid)*; 16: 363-364.
- CODEX STAN A-6-1978. Norma del Codex Alimentarius. Rev 1-1999, Enmendada en 2001. Norma General para el queso. http://www.ibnorca.org/cvn/cvn/apoyo/docs_apoyo/NB33005.pdf
- COVENIN 368-1977. Leche y sus derivados determinación de cenizas (2^{da} Revisión). Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 658-1997. Alimentos. Determinación de acidez titulable. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 369-1982. Leche y sus derivados determinación de cloruros (1^{ra} Revisión). Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 1104-1984. Alimentos. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *E. coli*. Primera revisión. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 9383-1983. Norma. Leche y Productos Lácteos. Métodos para la toma de muestra. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 1291-1988. Alimentos. Aislamiento e Identificación de *Salmonella*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 1292-1988. Alimentos. Aislamiento e Identificación de *Staphylococcus aureus*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 1813-2000. Norma general de Quesos. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 1945-1982. Leche y sus derivados determinación de humedad. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- COVENIN 3821-2003 Queso blanco. Fondonorma. Caracas, Venezuela. p10.
- Clemente C, Ruiz J. y F. García. 1999 Endocarditis por *Citrobacter freundii*. *An Med Interna (Madrid)*;16:363-364.
- Duthoit, F. J. Godon and M. Montel. 2003. Bacterial community dynamics during production of registered designation of origin Salers cheese as evaluated by 16s rrna gene single-strand conformation polymorphism analysis. *App. Environ. Microbiol.* 69 (7): 3840–3848.
- Maldonado, R. y L. Llanca. 2008. Estudio de la calidad del queso de mano comercializado en el municipio Girardot, Estado Aragua, Venezuela. *Rev. Científica FCV LUZ.* (4) 431-436.
- Mauriello, G., L. Moio, A. Genovese and D. Ercolini. 2003. Relationships Between flavoring capabilities, bacterial composition, and geographical origin of natural whey cultures used for traditional water-buffalo mozzarella cheese manufacture. *J. Dairy Sci.* (86): 486–497.
- Merk, 2004. Manual de Medios de Cultivos. E. Merck, Darmstadt, Alemania. Capitulo II El olor pp 110-112.
- Pinho, O. E. Mendes, M. Alves and I. Ferreira. 2004. Chemical, physical, and Sensorial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. *J. Dairy Sci.* (87) 249-257.
- Sánchez, C., M. García de H. y R. Prays. 1994. Mejoramiento del rendimiento y de las

- características organolépticas del queso blanco suave y crema elaborado con leche de cabra
Zootecnia Tropical 12 (01):115-131.
- Vega, S., M. González, R. Gutiérrez, A. Ramírez, G. Díaz, N. Pérez, G. Prado, A. Alberti, H. Esparza, M. Rosado and G. Muñoz. 2004. "Physical and chemical differences between milk samples of Saanen and Alpine –french goats produced in the México central region", en: *The future of the sheep and goat dairy sectors*. International Dairy Federation, Zaragoza, Spain. 28 –30 Octubre.
- Virguez, G. y E. Chacón. 2000. Potencial de las zonas áridas y semiáridas para la producción animal en Venezuela. **In:** Muñoz, G. (Ed.) *Producción de Ovinos y Caprinos*. FONAIAP. pp 75-103.
- Wikipedia. 2008. *Citrobacter*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Citrobacter>.

Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda

Mateo Fabian Itzá Ortiz^{1*}, Pedro Enrique Lara y Lara², Miguel Ángel Magaña Magaña² y José Roberto Sanginés García²

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas - Departamento de Ciencias Veterinarias, Av. Benjamin Franklin #4651, Circuito Pronaf, 32315, Ciudad Juárez, Chihuahua. Tel 52 (656) 688 1825.

*Correo electrónico: mitzao@hotmail.com.

²Instituto Tecnológico de Conkal, km 16.3 Carretera Mérida – Motul, Conkal, Yucatán, México.

Tel: 52 (999) 912-4133, Fax: 52 (999) 912-4135.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de la inclusión de la harina de hoja de morera (HHM) en la dieta para pollos de engorda, se realizaron dos experimentos; en el primero se utilizaron 480 pollitos machos (ISA MPK) de un día de edad los cuales fueron distribuidos al azar en 4 dietas (tratamientos) con base a la inclusión del 4 (M4), 8 (M8) y 12% (M12) de HHM y un testigo (M0), con 6 repeticiones (n= 20). Se observó una disminución lineal ($P<0,05$) en el peso corporal (49 días) a medida que se incrementó la HHM (2725, 2617, 2482, 2375 g; para M0, M4, M8 y M12, respectivamente) y un efecto cuadrático ($P<0,05$) en el consumo, siendo el punto de inflexión en M8. El peso del tracto gastrointestinal y molleja cerrada fue mayor ($P<0,05$) en el tratamiento M12 e intermedio en M8. Tanto el perímetro del muslo como el rendimiento de la canal fueron 11% mayores ($P<0,05$) en la dieta testigo. El segundo experimento consistió en evaluación de la digestibilidad verdadera (DV) *in vivo*. La digestibilidad de la HHM fue 32,18% y 17,88%, para la materia seca y proteína, respectivamente. Se concluye que HHM a niveles mayores del 4% afecta negativamente el desarrollo y rendimiento de la canal del pollo de engorda; sin embargo, puede incluirse al 8% en la dieta de pollos mayores de 35 días. La DV de la proteína de la HHM es baja.

Palabras clave: digestibilidad, comportamiento productivo, morera, rendimiento de canal.

Evaluation of mulberry (*Morus alba*) leaf flour in broiler feeding

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the effect of including mulberry leaf flour (MLF) in broiler feeding. For the first trial 480 male chickens of one day (ISA MPK) were randomly distributed in four treatments with different feeding flour levels 0 (M0), 4 (M4), 8 (M8) and 12% (M12) and six replicates (n= 20). A lineal ($P<0,05$) decrease in body weight as leaf flour increased was observed (2725, 2617, 2482, 2375 g; in M0, M4, M8 y M12, respectively) and a quadratic effect ($P<0,05$) in consumption, has be the inflection point on M8. Wherever, the conversion had a similar response to consumption. Gastrointestinal tract and closed gizzard close weight was greater ($P<0,05$) in chickens with 12% of MLF and intermediate with 8%. Carcass yield was 11 % greater in control group. The second trial consisted in the evaluation of true digestibility (TD) *in vivo*. The digestibility of MLF was 32,18% and 17,88% to dry matter and crude protein, respectively. We concluded that levels of 4% of MLF negatively affect the growth and carcass yield of the chicken; however it can included at 8% in the diet of chicken over 35 days old. The TD of the protein is low in MLF.

Keywords: digestibility, morera, productive performance, carcass yield.

INTRODUCCIÓN

En México la avicultura contribuyó en 2008 con 46,7% de la carne en canal, con más de 2,5 millones de toneladas y su aporte tuvo un incremento de 41,4% con respecto al año 2000 (SIAP, 2009), este aumento se debe a la preferencia de la población por la carne de ave, ya que se considera una fuente de proteína económica y de alto valor nutritivo. Por otra parte, el rendimiento productivo de las aves, sean de engorda o postura, está determinado en gran medida por el tipo de alimentación que reciban en las distintas etapas fisiológicas y productivas y, en función de la finalidad zootécnica (Ávila, 1986).

La alimentación de las aves se basa fundamentalmente en el uso de maíz o sorgo como principal fuente de energía y las pastas de semillas de oleaginosas como la soya, materias primas de importación tanto en México como en los diversos países de América Latina. En la actualidad la producción mundial de grano ha disminuido por problemas relacionados con el cambio climático, incremento en el precio de los insumos y presiones ecológicas por el uso de agroquímicos (Savón *et al.*, 2008).

Al mismo tiempo, la oferta de granos destinados a la alimentación animal ha disminuido entre otras causas debido a que la demanda de granos para la alimentación humana muestra un aumento continuo por el crecimiento constante de la población y el uso de los granos para la producción de biocombustibles a través de la fermentación alcohólica del almidón (Shigechi *et al.*, 2004), estos factores han originando alzas en los precios de los granos destinados a la alimentación animal (Virgüez y Chacón, 1998).

Lo anterior repercute directamente sobre los sistemas de producción animal en los países en vía de desarrollo, que han adoptado las tecnologías de los países desarrollados donde la fabricación de alimentos para los animales de granja se realiza con base en granos, en consecuencias se deben reorientar los sistemas de producción hacia sistemas más sustentables, donde el empleo de fuentes alternativas disminuyan la importación de cereales y pastas de oleaginosas, cuyo elevado costo en divisas hace insostenible su adquisición (Rodríguez *et al.*, 1995).

Entre estas posibles alternativas se encuentra la morera (*Morus alba*) que por las características

nutritivas de su follaje con más de 20% de proteína y bajo contenido de fibra detergente neutro (menos de 30%), se ha utilizado en la alimentación animal con excelentes resultados tanto en rumiantes como en no rumiantes (Benavides, 1996; Nieves *et al.*, 2004; Araque *et al.*, 2005; Nieves *et al.*, 2006; Ruiz-Sesma *et al.*, 2006; Osorto-Hernández *et al.*, 2007), ya sea en sistemas de corte y acarreo o como bancos de proteína y, su aceptación por parte de los productores se debe entre otros atributos a sus excelentes cualidades nutricionales, adaptación climática, elevado potencial forrajero y gustosidad (Roa *et al.*, 1999; Martín *et al.*, 2000; Noda *et al.*, 2004); existiendo escasa información de su utilización en aves. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el valor nutritivo de la harina de hoja de morera (HHM) en pollos de engorda durante un ciclo de producción de 49 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo consistió de dos ensayos, los cuales se realizaron en la granja experimental ubicada a 2 km de Chicxulub Pueblo, Yucatán, México a 21°10'N y 89°32'O, a 7 m.s.n.m.; el clima es de tipo Aw₀, clasificación de Köppen, modificada por García (1973) con temperatura media anual de 27°C y precipitación anual de 838 a 1128 mm.

Ensayo 1. Crecimiento de pollos de engorda

Se utilizaron 480 pollitos machos de la línea ISA MPK, distribuidos según un diseño completamente al azar en 4 tratamientos con 6 repeticiones considerándose una unidad experimental un grupo de 20 pollos; alojados en corrales de 4 m² (1 x 4 m). Los tratamientos consistieron en 3 niveles de inclusión de HHM en la dieta al 4, 8 y 12% (M4, M8 y M12, respectivamente) y un testigo 0 % (M0) todas las dietas fueron isocalóricas e isoproteínicas en presentación harina (Cuadro 1).

Las hojas de morera (*M. alba*) para la elaboración de la harina, fueron colectadas en el cultivar experimental del Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), a un edad de 60 días de rebrote; se secaron a la sombra y molieron en un molino de martillo con criba de 4 mm. Una muestra de la harina de hoja de morera HHM fue enviada a los laboratorios acreditados NOVUS división Latinoamérica para el análisis proximal y el amino grama de acuerdo a la metodología propuesta por el AOAC (2000).

Cuadro I. Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes	Iniciación 1 a 21 días				Desarrollo 22 a 35 días				Finalización 36 a 49 días			
	M0 ¹	M4	M8	M12	M0	M4	M8	M12	M0	M4	M8	M12
	Sorgo	54,22	50,72	47,20	43,60	55,03	52,63	49,01	44,62	65,34	60,84	56,55
Aceite Soya	2,10	2,50	2,90	3,40	2,10	2,20	2,60	3,20	2,20	2,50	3,00	3,70
Pasta de Soya	33,90	33,00	32,10	31,20	33,20	31,50	30,70	30,50	22,90	23,10	22,90	23,40
H. Morera	-	4,00	8,00	12,00	-	4,00	8,00	12,00	-	4,00	8,00	12,00
H. de Pollo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Calcio 36%	1,20	1,20	1,20	1,20	1,10	1,10	1,10	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90
Ortofosfato	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Sal	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37
L-Lisina 99,5%	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	0,18
Metionina 99%	0,22	0,22	0,22	0,23	0,19	0,19	0,20	0,19	0,24	0,24	0,24	0,23
Colina 60%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Micosil	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Minerales ²	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Vitamina ³	0,28	0,28	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Análisis estimado												
Proteína	23,50	23,50	23,50	23,50	23,00	23,00	23,00	23,00	20,00	20,00	20,00	20,00
E.M. Mcal kg ⁻¹	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	3,00	3,00	3,00	3,00
Fibra cruda	3,39	3,67	3,95	4,22	3,36	3,64	3,92	4,21	3,11	3,40	3,69	4,00

¹ M0: dieta testigo; M4: dieta con 4 % de inclusión de harina de hoja de morera; M8: dieta con 8 % de inclusión de harina de hoja de morera; M12: dieta con 12 % de inclusión de harina de hoja de morera.

² Manganeso 80 g; Zinc 100 g; Hierro 90 g; Cobre 10 g; Yodo 0.70 g; Selenio 0.20 g; Cobalto 0.2 g; Excipiente C.B.P. 750 g.

³ Vit A 12,000,000 UI; D₃ 3,000,000 UI; Vit E 50 g; Vit K₃ 5 g; Vit B₁ 3 g; Vit B₂ 6 g; Vit B₆ 6 g; Vit B₁₂ 50 mg; Biotina 300 mg; Ác. Fólico 2 g; Niacina 50 g; Ác. Pantoténico 25 g; Excipiente C.B.P. 250 g.

⁴ PC: Proteína Cruda (N x 6,25).

⁵ E.M.: energía metabolizable en megacalorías por kg.

Se utilizaron pollitos de 1 día de edad, los cuales se recibieron en instalaciones acondicionadas con equipo de calefacción permitiendo controlar la temperatura a 32°C los primeros 3 días y posteriormente se disminuyó gradualmente, permitiendo el confort de los animales. Así mismo, se contó con un sistema de ventilación automática. El programa de iluminación consistió en 24 h luz la primera semana y un período decreciente de 1 h semanal a partir de la segunda semana, para esto, se utilizaron focos fluorescentes de 13 w. La alimentación se administró a libre acceso con estímulos frecuentes de movimiento de los comederos cada 2,5 h durante el día y entre 2 y 3 veces por la noche. El peso corporal (g), consumo de alimento (g) y conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia de peso de las aves vivas y muertas; g/g), mortalidad acumulada (%), se evaluaron a los 21, 35 y 49 días de edad. El índice de productividad (IP) se calculó utilizando la ecuación propuesta por Ross (1996).

$$IP = \left[\frac{\text{Viabilidad \%} \times \text{Peso corporal kg}}{\text{Edad días} \times \text{Conversión}} \right] \times 100$$

Se determinó la correlación de Pearson y polinomios ortogonales entre el nivel de HHM con respecto al consumo de alimento y peso corporal. El rendimiento de la canal se evaluó al final del ciclo seleccionando aleatoriamente 5 pollos por tratamiento (n= 20); después de un ayuno de 8 horas se identificaron en el tarso derecho y fueron pesados y enviadas a un rastro comercial Tipo Inspección Federal para su sacrificio, posteriormente se determinó: peso vivo (kg), peso eviscerado (kg), peso del buche (g), peso del paquete intestinal (g), hígado (g), peso molleja cerrada (g), perímetro pechuga (cm), perímetro muslos (cm) y rendimiento de la canal (%). Los pesos fueron obtenidos utilizando una báscula digital de 10.000 g y los perímetros con una cinta métrica. Los resultados fueron analizados usando el programa PROC GLM del SAS (SAS, 2001) y cuando se encontró diferencia entre los tratamientos, estas se compararon mediante la prueba de Tukey utilizando un $\alpha = 0,05$ (Mendenhall, 1994).

Ensayo 2

Digestibilidad de la harina de hoja de morera

La digestibilidad verdadera de la proteína (DVP) y la materia seca (DVMS) fue evaluada seleccionando

de forma aleatoria 12 pollos de 42 días de edad con peso promedio de 2,16 \pm 0,21 kg de un grupo sin consumo previo de HHM; éstos se dividieron en 2 grupos con 6 repeticiones considerándose un pollo como unidad experimental; un grupo recibió 30 g de HHM; el segundo grupo sin HHM (ayuno) sirvió para realizar las correcciones de nitrógeno endógeno mediante la técnica de alimentación forzada (Sibbald, 1976).

Las excretas fueron recolectadas durante 48 h mediante una parrilla ubicada debajo de cada jaula. Posteriormente, fueron secadas en una estufa a 55°C hasta peso constante. Se determinó la digestibilidad de la materia seca y proteína de acuerdo a los métodos descritos en el AOAC (2000) y la fibra detergente neutra (FDN) por la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1

En el Cuadro 2 se presenta tanto la composición químico proximal como el amino grama de la HHM, haciendo la comparación con la harina de alfalfa y pasta de soya. El contenido de proteína de la HHM (17,14%) es menor a lo encontrado por Benavides (1996) con el 24,4%. Por su parte, Flores *et al.* (1998) y Omer (1999), mencionan que el contenido de proteína en las hojas de morera depende del aporte de nutrimentos del suelo al momento del corte y principalmente de la disponibilidad de nitrógeno para la planta y esto podría haber afectado el contenido de proteína en las hojas y en consecuencia de la proteína en la HHM. Por otra parte, su composición tanto químico proximal como en la concentración de aminoácidos esenciales es comparable con la harina de alfalfa (NRC, 1994), no así con la pasta de soya, principal fuente de proteína en la formulación de dietas para aves.

El comportamiento productivo de los pollos por etapas del ciclo de engorda se presenta en el Cuadro 3, se pueden observar diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$) durante las tres fases de engorda. Los mayores pesos corporales se obtuvieron con M0 (353.80, 1161.01, 2.725 g) y M4 (321.25, 1085.15, 2617 g) a los 21, 35 y 49 días de edad, respectivamente con una respuesta similar ($P > 0,05$). Cabe mencionar que la disminución en el peso tiene un efecto lineal negativo ($P < 0,05$) a medida que se incrementó la HHM.

Cuadro 2. Composición química proximal y concentración de aminoácidos esenciales de la harina de hoja de morera (HHM), en comparación con la alfalfa y pasta de soya.

Variable	HHM Base húmeda	Aminoácidos en 100g proteína	Harina de Alfalfa Base húmeda ¹	Pasta de soya Base húmeda ¹
Materia seca (%)	89,5		92,0	89,0
Proteína (%)	17,14		20,0	44,0
Extracto etéreo (%)	4,78		3,6	0,8
Fibra (%)	10,46		2,1	7,0
Cenizas (%)	12,84		ND	ND
Calcio (%)	3,09		1,67	0,29
Fósforo (%)	0,25		0,28	0,65
Xantofilas (ppm)	334,31		ND	ND
Metionina	0,23	1,34	0,31	0,62
Cistina	0,19	1,11	0,19	0,66
Met + Cistina	0,42	2,45	0,50	1,28
Lisina	0,72	4,2	0,73	2,69
Treonina	0,49	2,86	0,75	1,72
Acido aspártico	2,05	11,96	ND	ND
Acido glutámico	1,76	10,27	ND	ND
Prolina	0,82	4,78	ND	ND
Glicina	0,78	4,55	0,97	1,90
Alanina	0,78	4,55	ND	ND
Valina	0,86	5,02	0,97	2,07
Isoleucina	0,65	3,79	0,88	1,96
Leucina	1,12	6,53	1,30	3,39

¹NRC (1994)

Mientras que en el consumo de alimento se observó un comportamiento inverso, registrando el menor ($P < 0,05$) consumo (g) el tratamiento M0 con 510.53, 1062.91, 1047.24 g a los 21, 35 y 49 días de edad, respectivamente, con respecto a los tratamientos M4, M8 y M12 durante todo el período experimental. Aquí se observó un efecto cuadrático ($P < 0,05$) siendo el punto de inflexión en M8, en ambos casos, peso corporal y consumo de alimento.

Los pollos son muy susceptibles a la calidad del alimento ofrecido, esto debido a que su metabolismo se ha modificado con base al mejoramiento genético para un rápido crecimiento (NRC, 1994); Además cuando su dieta incluye sustratos voluminosos, se afecta el consumo de nutrientes y se requiere

dar un período de adaptación para aumentar su capacidad fermentativa, con lo que se incrementa la disponibilidad de nutrientes y su absorción a nivel intestinal (Maynard *et al.*, 1981; Duke 1997; Hernández *et al.*, 2006); sin embargo, esta absorción se ve limitada debido a las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo de las aves.

Aunado a lo anterior, la consistencia semilíquida de las excretas sugiere un incremento de la velocidad de pasaje de la fase líquida, lo que también podría favorecer la salida de nutrimentos del tracto digestivo reduciendo la digestibilidad por el incremento en su excreción (Donkoh *et al.*, 1991; Hien y Hung, 1996).

Cuadro 3. Parámetros productivos de pollos de engorda a los 21, 35 y 49 días de edad alimentados con una dieta de diferentes niveles de inclusión de harina de hoja de morera (*Morus alba*)¹.

Tratamiento	Peso corporal (g)	Consumo de alimento (g)	Ganancia diaria (g)	Conversión (g/g) ⁴	Mortalidad acumulada (%)	Índice de productividad
Fase I 21 d de edad						
M0 ²	353,80a	510,53b	25,27a	1,68c	3,33 ^a ±4,085	279
M4	321,25bc	589,34a	22,95bc	2,16b	0,83c ±2,04	159
M8	295,68bc	614,75a	21,12bc	2,49a	1,67b ±2,58	113
M12	27,70c	605,94a	19,84c	2,67a	2,50 ^a ±2,74	116
EE ³	7,7	14,96	0,55	0,07		
Fase II 35 d de edad						
M0	1161,01a	1062,91b	82,93a	1,32c	4,17 ^a ±3,76	187
M4	1085,15b	1726,88a	77,51b	2,26b	0,83c ±2,04	171
M8	969,93c	1847,48a	69,28c	2,78a	1,67b ±2,58	149
M12	962,28c	1866,68a	68,74c	2,71a	3,33 ^a ±4,08	131
EE	19,05	50,56	1,36	0,08		
Fase III 49 d de edad						
M0	2725a	1047,24b	194,64a	1,92c	5,83a ±3,36	272
M4	2617a	2953,65a	186,93a	2,41b	0,83c ±2,04	219
M8	2482b	3211,80a	177,29b	2,77a	2,50b ±2,74	178
M12	2375c	3145,45a	169,64c	2,85a	4,17 ^a ±3,76	163
EE	26,56	75,34	2,34	0,07		

¹Ciclo completo de producción de siete semanas.

²M0: dieta testigo; M4: dieta con 4 % de inclusión de harina de hoja de morera; M8: dieta con 8 % de inclusión de harina de hoja de morera; M12: dieta con 12 % de inclusión de harina de hoja de morera.

³± Error Estándar (n= 120).

⁴g de alimento consumido/g de peso corporal.

⁵± Desviación Estándar (n= 120).

⁶a,b,c promedio con letras distintas dentro de una misma columna difieren estadísticamente (P>0,05).

Cabe mencionar, que dichos resultados se sustentan también por el escaso y deteriorado emplume observado en los pollos con inclusión de morera antes de 21 días, probablemente por la baja disponibilidad en aminoácidos azufrados (metionina y cistina) esenciales en la síntesis de proteína de las plumas (Schaible, 1970), mientras que en la fase de alimentación posterior a los 35 días edad, no se apreciaron diferencias en las características del plumaje en los tratamientos M0, M4 y M8.

Dicho efecto pudo incrementar el consumo de alimento que observó una correlación entre el nivel de inclusión de la HHM con el consumo de alimento $R= 0,77$ y peso corporal $R= -0,70$ ($P<0,05$); factores que influyeron de manera directa sobre la conversión de alimento y el índice de productividad que fue afectado de forma negativa.

Los datos alcanzados permitieron obtener la siguiente ecuación de predicción para consumo de

alimento y peso corporal al incluir la HHM en la dieta:

$$\text{Consumo} = 94,86 + 9,78 (X)$$

$$\text{Peso corporal} = 53,56 - 2,12 (X)$$

Donde:

X = inclusión de harina de hoja de morera en la dieta (%).

El tratamiento M0 registró el mayor número de muertes (n= 7; 5,84%) durante toda la fase experimental. La muerte por retraso o no viable se observó antes de los 21 días y muerte súbita después de los 35 días la cual estaría asociada al rápido crecimiento del pollo (Panisello, 2005).

El rendimiento de la canal se presenta en el Cuadro 4, se aprecia una diferencia (P<0,05) en el peso de buche. El mismo, tiene poca irrigación y el alimento permanece durante períodos relativamente cortos, lo cual no favorece ni el efecto mecánico ni los procesos de fermentación, que son básicamente los que provocan las alteraciones de longitud o peso (Alvarado, 1996).

El peso del tracto intestinal presentó diferencias (P<0,05) que estuvieron relacionados con la longitud del mismo, originada por el aumento del volumen debido al efecto de la inclusión de fibra en la dieta (Rodríguez *et al.*, 2006) también se observó en el presente estudio al incrementar la inclusión de HHM en la dieta.

La diferencia (P<0,05) en el peso de la molleja cerrada entre tratamientos está relacionado con el efecto de llenado que se produce al incrementar el contenido de FDN de la dieta, debido a que la molleja cumple la función de reducir el tamaño de partícula de la digesta (Rodríguez *et al.*, 2006). Al incrementar el nivel de FDN, la digesta se retiene durante mayor tiempo, mientras que las partículas alcanzan el tamaño requerido para avanzar hacia el intestino delgado; esto aunado al incremento de volumen que se presenta en las dietas fibrosas, lo que puede ocasionar un aumento en el número e intensidad de las contracciones que favorece el desarrollo e hipertrofia del tejido muscular que forma la molleja (Rodríguez *et al.*, 2006), esto último se reflejó en el peso.

Cuadro 4. Rendimiento de la canal en pollos engordados con diferentes niveles de inclusión de harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la dieta (experimento 1).

Variable	M0 ¹ (n=5)	M4 (n=5)	M8 (n=5)	M12 (n=4) ³
Peso vivo (kg)	2,64 ± 0,32 ²	2,46 ± 0,17	2,71 ± 0,24	2,46 ± 0,21
Peso eviscerado (kg)	2,03 ± 0,21	1,83 ± 0,16	2,01 ± 0,23	1,70 ± 0,21
Peso buche (g)	20,10a ± 1,00	10,40b ± 1,01	18,60a ± 3,02	15,10ab ± 3,01
Peso paquete intestinal (g)	116,00b ± 15,20	128,00b ± 8,40	144,00ba ± 15,00	163,00a ± 35,00
Peso hígado (g)	50,00 ± 12,00	50,00 ± 4,00	54,00 ± 8,00	55,00 ± 5,00
Peso molleja cerrada (g)	70,00c ± 12,00	74,00b ± 11,00	74,00b ± 15,20	85,00a ± 17,00
Perímetro pechuga (cm)	32,20 ± 2,66	30,40 ± 1,34	32,20 ± 2,16	30,88 ± 1,25
Perímetro muslo (cm)	18,60a ± 1,63	16,60b ± 0,92	17,10b ± 0,54	16,38b ± 0,47
Rendimiento de canal (%)	76,93a ± 2,50	74,35b ± 3,54	74,21b ± 8,41	69,19c ± 6,69

¹M0: dieta testigo; M4: dieta con 4% de inclusión de harina de hoja de morera; M8: dieta con 8% de inclusión de harina de hoja de morera; M12: dieta con 12% de inclusión de harina de hoja de morera.

²± Desviación Estándar (n= 5).

³mortalidades por transporte.

⁴a,b,c promedio con letras distintas dentro de una misma columna difieren estadísticamente (P>0,05).

El contenido de FDN en la HHM fue 32,48% y sus fracciones de fibra estuvieron constituidas por 25,53% de celulosa, 1,66% de hemicelulosa y 2,65% de lignina, valor diferente de FDN al encontrado por Ramos (2000) y Aguilar (2000), de 23,45% y 40,53%. Se ha encontrado que las dietas con alto contenido de FDN (entre 6,9% y 28,7% en aves), incrementa la velocidad de pasaje a través del tracto digestivo, favoreciendo la eliminación de excretas y por ende de nutrimentos (Bakker *et al.*, 1995) disminuyendo la digestibilidad total de la dieta.

Por su parte, Alvarado (1996) menciona que las aves que consumen elevados niveles de FDN tienen mayor peso del tracto digestivo, lo cual afecta directamente el rendimiento de la canal, ello coincide con los resultados obtenidos, donde M12 tuvo el menor rendimiento de canal que represento 11% menor con respecto a M0 ($P < 0,05$).

Ensayo 2

Los resultados de la digestibilidad aparente y verdadera de la materia seca (DAMS y DVMS, respectivamente) se presentan en el Cuadro 5. El valor de la DVMS de la HHM fue 32,18% de los 4,56 g ingeridos de proteína solamente 0,81 g fueron aprovechados (proteína digestible) por los pollos y 3,75 g fue excretado (proteína no digestible), representando 17,88% de la digestibilidad verdadera de la proteína. De la proteína aportada por la morera en la dieta M4, solamente 0,51% fue digestible; del 8,67% de proteína en M12, solamente 1,53% fue digestible representando el 2,88% como proteína digestible. Lo anterior explica lo observado en el aumento de inclusión de HHM en la dieta, los indicadores productivos sufrieron cambios deprimentes debido a que la baja digestibilidad de la proteína.

Cuadro 5. Prueba de digestibilidad de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) *in vivo* en pollo macho de engorda (experimento 2).

Variable	<i>Morus alba</i>	Pollo en ayuno
Consumo verde (g/día)	30,00	0,00
Consumo MS (g/día)	26,85	0,00
Proteína consumida (g/día)	4,56	0,00
Excreta fresca (g/día)	62,37	15,27
Excreta seca (g/día)	24,37	6,16
MS de excretas (%)	39,07	40,34
N excretado como ácido urico (g/día)	1,82	4,50
Equiv, protéinico ácido urico (%)	11,38	28,13
Proteína excretada (%)	34,73	59,73
Proteína verdadera (%)	23,36	31,61
Proteína excretada corregida (g)	5,69	1,94
N endógeno corregido (g)	0,91	0,31
	Materia Seca	Proteína
Digestibilidad Aparente (%)	9,24	-24,82
Digestibilidad Verdadera (%)	32,18	17,88 ¹

¹Se utilizaron 12 pollos.

Al respecto, Ruiz (1992) demostró que en los pollos la digestibilidad de la celulosa y lignina del girasol, salvado de trigo y avena, es nula; para el caso de la hemicelulosa del salvado de trigo fue baja, y nula para el girasol o avena, bien podría ser un caso similar para morera debido a la baja capacidad de los pollos para digerir las paredes celulares.

CONCLUSIONES

La inclusión de harina de hoja de morera en niveles mayores a 4% afecta negativamente el desarrollo del pollo de engorda; sin embargo, se puede incluir al 8% en la dieta de pollos mayores a 35 días de edad. El rendimiento de la canal disminuye a medida que se incrementa la cantidad de la harina de hoja de morera en la ración. La digestibilidad verdadera de la materia seca y digestibilidad verdadera de la proteína de la harina de hoja de morera son bajas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONACYT su apoyo económico en la realización del presente estudio, a Raúl Reyes (FMVZ-UADY) por su ayuda en el laboratorio de nutrición; también se reconoce a Guadalupe Pámanes, de Avícola del Mayab; Agustín Fernández, Julio Flores Flores, Leonel García de granjas Fernández; y muy especialmente a su director general, Jorge E. Fernández Martín, por las facilidades en la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar M. J. 2000. Evaluación Nutricional de Morera (*Morus alba*; tesis de maestría). Mérida (Yucatán) México: Instituto Técnico Agropecuario No2. p 140.
- Alvarado U. E. 1996. Utilización de la fibra en la alimentación del pollo de engorde (tesis de maestría). Mérida (Yucatán) México: Universidad Autónoma de Yucatán. p 189.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17ma Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. p 107.
- Araque H., C. González, S. Pok and J. Ly. 2005. Performance traits of finishing pigs fed mulberry and trichanthera leaf meals. Revista Científica. Universidad del Zulia, Vol XV (6): 517-522.
- Avila G. E. 1986. Manual de alimentación de las aves. FMVZ-UNAM.
- Bakker G. C., R. Jongbloed, M. W. Verstegen, A. W. Jongbloed and M. W. Bosch. 1995. Nutrient apparent digestibility and the performance of growing fattening pigs as affected by incremental additions of fat to starch or non starch polysaccharides. Anim. Sci., 60:325:335.
- Benavides J. E. 1996. Management and utilization of mulberry (*Morus alba*) for forage in Central America. Agroferreteria en las Americas, 2:27-30.
- Donkoh A., C. Atuahene, B. Wilson and D. Adomako. 1991. Chemical composition of cocoa pod husk and its effect on growth and food efficiency in broiler chicks. Anim. Feed Sci. Technol., 35:161-169.
- Duke G. E. 1997. Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. Proc. Nutr. Soc., 56:1049-1053.
- Flores O. I., D. M. Bolivar, J. A. Botero y M. A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock Research for Rural Developmet., 10:(1).
- García E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen. UNAM. México. p 246.
- Hernández F., V. García, J. Madrid, J. Orengo and P. Catalá. 2006. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. Br. Poult. Sci., 47:50-56.
- Hien T. Q. and N. D. Hung. 1996. The effect of Leucaena leaf meal on egg quality and growth of broiler chickens. Poult. Sci., 75:296-297.
- Martín G., F. García, F. Reyes, I. Hernández, T. González y M. Milera. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. Pastos y Forrajes. 23. 323-332.
- Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1981. Nutrición Animal. México. McGranw-Hill. 7ª edición. p 640.

- Mendenhall W. 1994. Introduction to probability and statistics. In: Mendenhall, W.; Beaver, R.J. (Ed.). Introduction to Linear Models and the Design and Analysis of Experiments. Belmont:California, pp 244-251.
- Nieves D., J. Cordero, O. Terán y C. González. 2004. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. *Zootecnia Tropical*, 22(2):183-190.
- Noda Y., G. Pentón y G. Martín. 2004. Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*, 27(2):131-138.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. Washington, DC: National Academy Press. p 174.
- Omer E. A. 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in sandy soil. *Journal of Plant Nutrition*, 23:103-114.
- Osorto- Hernández W. A., P. E. Lara Lara, M. A. Magaña Magaña, A. C. Sierra Vásquez and J. R. Sanginés. 2007. Mulberry (*Morus alba*), fresh or in the form of meal, in growing and fattening pigs. *Cuban J. Agricul Scie*, 41 (1) 49-63. ISSN: 0864-0408.
- Panisello M. T. 2005. La patología y el medio ambiente en las granjas de broilers. *Jornadas Profesionales de Avicultura de Carne*, Real Escuela de Avicultura, Valladolid, España del 2 al 27 de abril. 15.1-15.12.
- Ramos O. S. 2000. Niveles crecientes de nitrógeno y su efecto en el rendimiento del forraje de Morera (*Morus alba*) tesis de maestría. Mérida (Yucatán) México: Instituto Técnico Agropecuario No2. p 167.
- Roa M. L., D. Céspedes and J. Muñoz. 1999. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. *Rev. Acovez.*, 24:14-18.
- Rodríguez L., P. Salazar y M. F. Arango. 1995. Lombriz roja californiana y azolla-anabaena como sustituto de la proteína convencional en dietas para pollos de engorde. *Livest Res Rural Develop.*, 7(3):145-149.
- Rodríguez R., M. Martínez, M. Valdevié y M. Cisneros. 2006. Morfometría del tracto gastrointestinal y sus órganos accesorios en gallinas ponedoras alimentadas con piensos que contienen harina de caña proteica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(3):361-365.
- Ross B. 1996. Producing quality broiler meat. Sistema de manejo para pollo Ross. Scotland UK. p.85.
- Ruiz B. 1992. Algunos conceptos de la fibra y su utilización en la nutrición de aves. *Avirama*, 2:32-42.
- Ruiz-Sesma D. L., P. E. Lara-Lara, A. C. Sierra-Vásquez, M. A. Magaña-Magaña, E. Aguilar-Urquizo y J. R. Sanginés-García. 2006. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootecnia Tropical*, 24(4):467-482.
- SAS Institute. 2001. SAS user's guide. Statistics. Version 8. SAS Inst., Cary, NC. quality, and elemental removal. *J. Environ. Qual.*, 19:749-756.
- Savón L., L. M. Mora, L. E. Dihigo, V. Rodríguez, Y. Rodríguez, I. Scull, Y. Hernández y T. E. Ruiz. 2008. Efectos de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia Tropical*, 26(3):387-390.
- Schaible P. J. 1970. Poultry: Feed and Nutrition. USA. The AVI publishing. Company Inc. p. 636.
- Shigechi H., J. Koh, Y. Fujita, T. Matsumoto, Y. Bito, M. Ueda, E. Satoh, H. Fukuda and A. Kondo. 2004. Direct production of ethanol from raw corn starch via fermentation by use of a novel surface-engineered yeast strain codisplaying glucoamylase and alpha-amylase. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70:5037-5040.
- SIAP-SAGARPA 2009. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Estadística pecuaria [en línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/siap>. Consultado 30 Abr, 2010.
- Sibbald I. R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. *Poult. Sci.*, 55:303-308.

Van Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.

Virgüez G. T. y E. Chacón. 1998. Especies arbustivas y arbóreas nativas de potencial forrajero de las zonas áridas y semiáridas de Venezuela. **In:** Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril, Matanzas Cuba. pp 18-22.

Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos

Jorge Aguirre^{1*}, Ramón Magaña², Sergio Martínez¹, Alejandro Gómez¹, José C. Ramírez¹, Rubén Barajas³, Alejandro Plascencia⁴, Ricardo Barcena⁵ y Danny E. García⁶

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic. Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Nayarit, México.

*Correo electrónico: jorgea@nayar.uan.mx.

²Dirección General de Educación Tecnológica en Nayarit, Tepic. Nayarit, México.

³Universidad Autónoma de Sinaloa. Cuerpo Académico de Producción y Salud Animal, Culiacán, Sinaloa. México.

⁴Cuerpo Académico de Nutrición y Biotecnología de Rumiantes. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, BCN. México.

⁵Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Nutrición de Rumiantes. Programa de Ganadería. Montecillo Estado México.

⁶Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), del estado Trujillo. Venezuela.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición nutricional y digestibilidad *in vitro* de la caña de azúcar entera sin quemar, los residuos de cosecha quemados y procesados a través de procesos de molido (físico), fermentación (biológico) e inclusión de aditivos (químico). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2 x 3 con tres repeticiones. Los factores fueron el tipo de caña (entera y residuos) y los tres procesos, físico, biológico y químico. Para evaluar la respuesta animal se utilizaron 21 corderos machos, de la raza Pelibuey, destetados con peso vivo medio de 20,24 ± 3,17 kg confinados con dietas seleccionadas a base de caña completa sin quemar, quemada y residuos de campo quemados con el proceso integral. Los resultados mostraron que el proceso completo a los tipos de caña aumentó el valor nutritivo, el análisis proximal y las fracciones de pared celular de los residuos de cosecha y de caña entera fueron mejorados por la molienda, fermentación y aditivos. El contenido de PC se incrementó (P<0,05) de 2,6 a 13,2 % en los residuos y de 1,5 a 10,9 % en la caña entera. La digestibilidad *in vitro* de la MS se incrementó (P<0,05) con solo molienda en 68,3 % para caña completa y 75,3 % en residuos; contrario a lo esperado los tratamientos de caña molidos y fermentados tuvieron la DIV de MS de 45,46 % y los del proceso integral de 53,57 % vs los valores de 53,08 y 52,33 % para los residuos de campo. La respuesta de los corderos Pelibuey en ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia se comportaron iguales con las dietas a base de caña entera sin quemar, quemada y residuos quemados molidos, fermentados y con aditivos. Se concluye que la caña de azúcar y los residuos de campo molidos, fermentados y con aditivos mejora su valor nutricional, pero no mejoran la respuesta animal.

Palabras clave: Caña de azúcar- residuos, procesos alimentarios, composición química, digestibilidad *in vitro*, comportamiento ovinos.

Nutritional characterization and use of cane sugar and processed waste in diets for sheep

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the nutritional composition and *in vitro* digestibility of whole sugar cane without burning, burning crop residues and processed through grinding (physical), fermentation (biological) and

Recibido: 07/07/09 Aceptado: 19/07/10

inclusion of additives (chemical). A completely randomized design with factorial arrangement of treatments 2 x 3 with three replications was used. The factors were the type of cane (whole and residues) and the three processes, physical, biological and chemical. To evaluate the animal response 21 weaned male Pelibuey lambs were used, with an average body weight of $20,24 \pm 3,17$ kg confined selected based diets full cane without burning, field burning and waste burned in integrated process. The results showed that the entire process to the types of cane increased nutritional value, proximate analysis and cell wall fractions of crop residues and whole cane were improved by grinding, fermentation and additives. The content of CP increased ($P < 0,05$) from 2,6 to 13,2 % in the residues and 1,5 to 10,9 % in the entire cane. *In vitro* DM digestibility increased ($P < 0,05$) with only 68,5 % for grinding cane and 75,3 % in residues, contrary to expectations, in grounded and fermented cane treatments showed an IVD of DM of 45,46 % and the integral process of 53,57 % vs 53,08 % and values of 52,53 % for field residues. The response of Pelibuey lambs in weight gain, consumption and feed conversion were behaved the same with cane-based diets entire unburned, burned and burned waste ground, fermented and additives. It is concluded that the sugarcane fields and residues ground, fermented and additives improve their nutritional value, but do not improve animal performance.

Keywords: Sugar-cane residues, food processing, chemical composition, *in vitro* digestibility, behavior sheep.

INTRODUCCIÓN

En el trópico seco de Nayarit, México, la producción de forraje se determina por una temporada corta del período de lluvias y un amplio estiaje, parcialmente la cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) se produce en la estación seca. Esta gramínea considerada como un banco energético, muestra una extraordinaria producción de biomasa cuando se utiliza para la alimentación animal, ya sea en forma integral o con los residuos de cosecha, así como los subproductos de la industria azucarera (Stuart y Fundora, 1994). Si estos recursos forrajeros se utilizan estratégicamente durante el período de sequía, podrían ser considerados como una alternativa exitosa para la alimentación de rumiantes en la entidad, ya que la caña de azúcar es el cultivo de mayor superficie sembrada y ocupa el octavo lugar en el país como cultivo perenne (SAGARPA, 2005).

La caña de azúcar y los residuos agroindustriales presentan características determinadas en cuanto a su composición química, ya que poseen un alto contenido de fracciones de pared celular, alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles, sin embargo, la caña es baja en proteína y minerales (Ruíz *et al.*, 2005).

Esta gramínea se clasifica como un alimento voluminoso, presenta limitaciones nutricionales cuando se ofrece como único alimento a rumiantes. En este sentido, cuando se combina con otros forrajes e ingredientes alimenticios, la caña representa una

opción nutricional de bajo costo y mayor eficiencia en la producción animal (Muñoz y González, 1998). Algunas alternativas se han sugerido para mejorar el valor nutritivo de la caña para animales poligástricos, ya sea por fermentación o combinándola con cereales y concentrados proteicos (Elías *et al.*, 1990).

Ahora bien, en la actualidad las raciones preparadas con caña de azúcar integral combinada con granos y fuentes proteicas procesadas resultan costosas al productor. Por otra parte la población ovina se ha incrementado considerablemente a nivel nacional y en Nayarit, a partir del año 2000 ascendió un 60% según el censo estatal, crecimiento influido principalmente por un consumo nacional de carne cada vez mayor, a consecuencia de este aumento se han generado nuevos sistemas de producción, como la estabulación total del rebaño, la engorda intensiva o semi intensiva de corderos (Aguirre, 2001).

De acuerdo a lo anterior, el objetivo del estudio fue caracterizar nutricionalmente la caña de azúcar completa y residuos de cosecha expuestos a factores físicos, químicos y biológicos y evaluar su empleo en dietas para ovinos Pelibuey confinados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Unidad Académica de Agricultura, de la Universidad Autónoma de Nayarit, México, en zona del Valle de Matatipac del municipio de Xalisco, Nayarit. Se ubica en las coordenadas 26° 26' de latitud norte y 104° 55' de longitud oeste, y altitud de 940 m. El clima de la

región es del tipo (A) Ca (w₂;w_i) W'' (García, 1987), la precipitación anual es de 1283 mm, la temperatura media de 24°C y la humedad relativa de 89 %. El suelo de toba volcánica, tipo regosol, textura arenosa, el pH oscila entre 4,0 y 5,7, con bajo contenido de nutrientes y materia orgánica (MO; Aguirre, 2001). La caña de azúcar integral sin quemar y los residuos de cosecha quemados fueron del cultivar Mex 69-290, se utilizó el rebrote de la soca en condiciones de temporal y surcado profundo, la fertilización química de 120-50-50, siendo el nitrógeno fraccionado durante el período de lluvias, la cosecha se realizó a los 11 meses mediante el proceso tradicional de quema, corte de puntas y acarreo de tallos al ingenio (INEGI, 2005).

Los 6 tratamientos tuvieron un arreglo factorial 2x3 con 3 repeticiones, donde los factores fueron los tipos de caña (completa y los residuos), y los procesamientos a que fue expuesto el material de estudio: medios físicos (molienda), biológicos (molienda y fermentación) y químicos (molienda, fermentación y aditivos).

Los materiales de caña de azúcar utilizados fueron preparados de acuerdo con la técnica de Molina *et al.* (1999), mediante la selección al azar de la mayor, media y menor densidad del cultivo; cinco cañas de cada densidad se cortaron antes de la quema en la parcela. Los materiales se identificaron y se trozaron a un tamaño de partícula de 20 a 50 mm con una picadora de forraje. Una mezcla homogénea de cada lote de caña de azúcar entera fue preparada y pesada en fresco para obtener 3 kg por repetición. Un primer lote fue secado a 60 °C hasta peso constante y representó el primer tratamiento, que corresponde a la caña integral molida y seca.

El segundo lote se depositó en bolsas de polietileno, molida, compactada y cerrada herméticamente para almacenarse durante 30 días para proceso de fermentación (segundo tratamiento: molido y fermentado de caña). Para el tercer tratamiento la caña molida fue colocada sobre superficie plana, limpia y seca para mezclar con 1,1 % de urea, 0,5 % de minerales y 0,5 % zeolita, y someter a proceso de fermentación. El segundo y tercer tratamiento fueron fraccionados a un tamaño de partícula de 1 mm, después del período de fermentación y luego secados a 60°C. En un procedimiento idéntico se hizo la preparación de los otros tres tratamientos,

correspondientes a los residuos de cosecha de la caña quemados, que consisten en las puntas o cogollos y algunos trozos de tallo irregulares que quedan en campo durante la maniobra de carga.

Las muestras de caña entera y los residuos fueron analizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad. El contenido de proteína cruda (PC) se determinó por el método Digesdahl de acuerdo al procedimiento descrito por Hach Company (1996), y mediante el cromatógrafo ultravioleta-visible se determinó el nitrógeno (N) x 6,25. La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, celulosa y hemicelulosa fueron determinadas, según la técnica de Goering y Van Soest (1970), modificada por Harris (1970). Para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y la MO de la caña de azúcar y residuos se utilizaron muestras al azar de cada lote, las cuales se analizaron por el método de Tilley y Terry (1963).

Cada ensayo fue manejado en condiciones anaeróbicas en dos etapas, la primera fermentación durante 48 horas en baño de agua a 39 °C utilizando aproximadamente 0,8 g de muestra más 80 mL de inóculo ruminal en solución buffer mezclado con saliva McDougall. En la siguiente etapa también a 48 hr se interrumpió la fermentación microbiana con la incorporación de pepsina más ácido clorhídrico. El residuo de la mezcla a los diferentes tiempos de incubación fue utilizado para medir el contenido de MS y cenizas por el procedimiento de la AOAC (1990).

En la etapa de respuesta animal, se utilizaron 21 corderos machos de la raza Pelibuey, destetados con peso vivo medio de 20,24 ±3,17 kg. Los animales fueron desparasitados, vacunados, identificados y pesados para la asignación a los tratamientos, tuvieron un período semanal de adaptación al uso de corraletas y de raciones.

Las dietas fueron seleccionadas de acuerdo a los mejores resultados de la caracterización nutricional, las cuales formaron los tratamientos de caña entera sin quemar, quemada y los residuos de campo con el proceso integral, se integraron en un 50% a base de caña y complementadas con planta entera, seca y molida de maíz y pasta de soya para obtener dietas isocalóricas e isoproteicas (Cuadro 1), y se evaluaron durante 8 semanas las variables de consumo de alimento, ganancia diaria

de peso y conversión alimenticia de los corderos. Las dietas evaluadas fueron las del proceso integral: molienda, fermentado y aditivos en los residuos de campo y la caña entera sin quemar; aunque el tratamiento de la caña entera quemada en la etapa de caracterización nutricional no fue evaluado, en la prueba con animales fue incluido para fines de contraste y se realizó una caracterización nutricional a las dietas empleadas. A la información resultante se le realizó análisis de varianza para arreglo factorial mediante el paquete estadístico SAS (2002), las diferencias entre medias significativas ($P < 0,05$) se contrastaron por la prueba de Tukey al 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química de la caña de azúcar

En la etapa de caracterización química de la caña de azúcar, la gramínea entera quemada no fue considerada, siendo evaluada la caña completa, molida y sin quemar y residuos de cosecha quemados. La MS presentó diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos, resultando menor en la caña entera sin aditivos y residuos con aditivos, que en los demás tratamientos. (Cuadro 2).

El contenido de MO fue menor ($P < 0,05$) en los residuos fermentados y con aditivos (91,05 y 90,90 %), pero mayor ($P < 0,05$) contenido de PC en caña entera y residuos fermentados con aditivos (10,93 y 13,25 %). El contenido de FND fue menor ($P < 0,05$) para la caña y residuos molidos (44,78 y 48,71 %), mostrándose una tendencia similar para FDA. El incremento de PC en los residuos y caña del proceso completo es atribuible a la urea como aditivo al forraje y su fermentado, ya que los valores en los materiales de solo molienda fueron menores (1,50 y 2,60 %), respectivamente.

Los resultados de esta investigación coinciden con los reportados por Batista *et al.* (2001), quienes obtuvieron un valor medio de 2,46 % de PC en muestras molidas de 60 variedades de caña; similares resultados fueron reportados por López *et al.* (2003) con valores de 2,46 % de PC para el cv Mex 69-290 molido.

Al respecto, Cuarón y Shimada (1981), afirmaron que la proteína en el cv CP-29203 para caña entera fue de 1,98, 3,35 y 3,40 % cuando fue expuesta a procesos de molienda, molienda y ensilado y al proceso completo más aditivos, respectivamente.

Cuadro 1. Composición y caracterización química de dietas de caña de azúcar y residuos, cultivar Mex 69-290, para ovinos Pelibuey confinados.

Componente (%)	Dieta ₁ caña sin quemar	Dieta ₂ Residuos	Dieta ₃ caña quemada
Caña completa s/quemar	50,06	-	-
Residuos caña quemados	-	50,06	-
Caña completa quemada	-	-	50,06
Planta maíz completa	43,13	45,90	43,13
Pasta de soya	6,81	4,04	6,81
MS	94,93	94,56	91,60
PC	11,38	11,43	10,61
Cenizas	3,39	3,48	3,36
FND	59,24	60,15	58,69
FAD	27,89	34,70	30,24
Hemicelulosa	31,35	25,45	28,45
Carbohidratos solubles	40,76	39,85	41,31

Cuadro 2. Características de materia seca, materia orgánica, proteína cruda y pared celular de caña de azúcar y residuos, cultivar Mex 69-290.

Variable (%)	Caña de azúcar entera y verde ¹			Residuos de caña quemados ¹			EE ±
	Molida	Fermentada		Molidos	Fermentados		
		Sin aditivo	Con aditivo		Sin aditivo	Con aditivo	
Materia seca	98,02a	97,78b	98,37a	98,96a	98,19a	97,53b	0,112*
Materia Orgánica	95,90a	94,25b	92,56c	94,42ab	91,05cd	90,90d	0,586*
PC	1,50c	2,18de	10,93b	2,60d	3,64c	13,25a	0,359*
FND	44,78a	65,07b	59,91b	48,71a	66,28b	59,08b	2,956*
FAD	35,31ab	44,44b	33,87a	33,86a	43,97b	37,73ab	3,574*
Lignina	6,32	6,73	5,02	6,29	7,67	5,91	1,139
Hemicelulosa	9,47b	20,62ab	26,04a	14,51ab	22,30ab	22,34ab	4,570*
Celulosa	27,99a	39,13b	29,62ab	27,55a	34,87ab	30,69ab	3,542*

¹Caña de azúcar incluyendo punta y hojas verdes; los residuos de caña: puntas y algunos tallos después de quemar fueron evaluados. *P <0,05 y EE (Error estándar). abcde Valores con diferente letra en la misma fila obtuvieron diferencia significativa (P <0,05). ¹Se incluyó caña de azúcar integral verde; caña de azúcar integral quemada; los residuos de cosecha quemados, los tres ingredientes fueron molidos, fermentados y más aditivos.

Las variables se midieron en g/día/borrego para consumo y ganancia; y kg alimento/kg peso obtenido.

Así también Molina *et al.* (1999), demostraron que la caña de azúcar Cubana, cv Ja 60-5 de segundo corte a los 12 meses mediante un tratamiento semejante, el valor de PC para caña integral fue de 10,3%, contenido similar al de caña entera (10,93%) de esta investigación, pero menor a 13,25% en los residuos de campo.

El contenido de FDN y celulosa fueron mayores (P<0,05) en los tratamientos de caña y residuos molidos fermentados (65,07, 66,28, 39,13 y 34,87, respectivamente), pero la hemicelulosa fue menor (P<0,05) en los tratamientos de caña y residuos molidos (9,47 y 14,51, respectivamente). Estos resultados muestran algunas similitudes con otros trabajos realizados con caña molida y fermentada. Al respecto, López *et al.* (2003) evaluó 8 cultivares de caña de azúcar con potencial forrajero y reportaron que la Mex 69-290 obtuvo un valor de 52,75 % de FND en la caña del proceso completo, valor inferior al mismo cultivar del presente estudio, ya sea como caña entera o en residuos de campo, pero valor menor a la obtenida en los tratamientos de exposición completa a la caña. De igual forma, Batista *et al.*

(2001), informaron un contenido medio de 49,14 % para FDN en 60 variedades de caña entera de 12 a 18 meses de edad, cantidad ligeramente superior al de caña completa y de residuos de este experimento.

Sin la influencia de aditivos, los valores más altos de la fracción de FDA se obtuvieron en la caña y residuos molidos y fermentados (44,44 y 43,97 %). La lignina sin efecto (P>0,05) a los procesos en cualquier tipo de caña y con un promedio de 6,3 %. Al hacer comparaciones de otros resultados de pared y contenido celular, se observó que los de Batista *et al.* (2001) obtuvieron valores medios de 29,24, 24,48 y 4,16 % para la FDA, celulosa y lignina en las 60 cv de caña en Brasil, aunque son tratamientos equivalentes los valores son inferiores a los de este trabajo; por su parte Molina *et al.* (1999), lograron para las tres composiciones descritas en caña completa contenidos similares de 34,4, 28,7 y 5,1 %, respectivamente. Al respecto Cuarón y Shimada (1981), en la caña Mexicana, la cv CP-29203 reportaron solo el contenido de FDA mayor al del estudio de 46,21, 35,6 y 0,77 %, respectivamente en los componentes indicados. Por lo cual, se infiere que la respuesta desigual en las

fracciones y contenido de pared celular en los tipos de caña evaluados con otros resultados, son atribuibles a un diferente manejo experimental en el laboratorio, y que la mezcla de aditivos al proceso integral de la caña entera y residuos favorece el contenido nutricional de la proteína cruda, pared y contenido celular.

Contrario a lo esperado, la mayor digestibilidad *in vitro* de la MS y MO ($P < 0,05$) fue en ambos tipos de caña solo molidos (Cuadro 3), que en muestras molidas y fermentadas y en las del proceso completo más aditivos. De acuerdo lo expresado, los resultados obtenidos de FDN, Celulosa y hemicelulosa concuerdan en ser menores con el material de solo molienda, lo que hace atribuible que estos sustratos de caña molidos tuvieron condiciones favorables para una mejor fermentación microbiana, no obstante que se esperaba una mayor DIV de la MS en los tratamientos de molienda y fermentación y aún más con la mezcla de aditivos al forraje de caña fermentado.

En ese sentido, Molina *et al.* (1999), afirman que la caña de azúcar para uso animal deben tener un mínimo de 50 % de digestibilidad de la MS; por lo que de los valores obtenidos de 68,3 y 75,3 % de DIV de la MS en la caña entera y residuos molidos y con igual tendencia en la DIV de la MO (76,03 y 78,75 %), respectivamente; además, las muestras molidas y fermentadas e integrales mantuvieron el nivel de DIV de la MO arriba del 70 %. Estos niveles son más altos que el 42,85 % en *cv* Mex 69-290 de caña entera con el proceso integral de López *et al.* (2003) y al de 37,0 % en *cv* B-4362 reportado por Aranda y Losada (1980) en la caña B-4362 en Tabasco, México.

Sin embargo, si se cotejan otros valores obtenidos en forrajes tropicales, las cifras de digestibilidad del estudio son mayores a lo reportado por Fondevila *et al.* (2002), de 42 a 45 % en residuos de cosecha

de maíz; por su parte Juárez *et al.* (2006), quienes encontraron un valor medio de 34,2% en los pastos Guinea, Bermuda, Pangola, Pretoria, Buffel y Tanzania. Por tanto, y de acuerdo con Muñoz y González (1998), quienes confirman que con la presencia de carbohidratos solubles en caña de azúcar, la digestibilidad de MS será mayor a la de pastos tropicales; y cuando se ofreció a ovinos la caña de azúcar sin corteza, se encontró una digestibilidad *in vivo* de la MS de 71,3 %, lo que relaciona un 18 % de más por eliminar la cáscara (Montpellier y Preston, 1977).

Respuesta Animal

La etapa de respuesta animal con el uso de tratamiento de caña entera sin quemar, quemada y los residuos de campo con ovinos de pelo confinados (Cuadro 4), los resultados del alimento consumido por día, ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia de dietas a base del 50 % de caña de azúcar más la planta de maíz seca, molida y entera y soya, se describe a continuación.

En el Cuadro 4 se observa que en ninguna variable (consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia) se obtuvo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las dietas utilizadas por los corderos. La ingestión de alimento de 1,254, 1,305, 1,405 kg/día en dietas de caña sin quemar, residuos y caña quemada son mayores a 780 y 865 g/día utilizando caña integral sin quemar y quemada, ambas molidas con aditivos y fermentadas, respectivamente (Cuaron y Shimada, 1981); al de 1,074 kg en ovinos con caña similar y pulido de arroz (Pérez *et al.*, 2006); pero un consumo mayor de 1,523 kg diarios en ración de bagazo de caña, salvado de arroz y pollinaza (Landaeta *et al.*, 2004).

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de la caña de azúcar, cultivar MEX 69-290.

Digestibilidad (%)	Caña de azúcar entera y verde ¹			Residuos de caña quemados ¹			EE ±
	Molida	Fermentada		Molidos	Fermentados		
		Sin aditivo	Con aditivo		Sin aditivo	Con aditivo	
MS	68,30a	45,46b	50,57b	75,30a	53,08b	52,23b	3,821*
MO	76,03ab	72,31bc	71,13c	78,75a	74,34abc	72,16bc	1,649*

Cuadro 4. Comportamiento de corderos Pelibuey alimentados con dietas a base de caña de azúcar (variedad MEX 69-290).

Variable	Caña de azúcar entera y verde ¹	Residuos de caña quemados ¹	Caña de azúcar entera y quemada, ¹	EE ±
Consumo de alimento	1,254	1,350	1,405	4,10
Ganancia de peso	92,60	130,73	106,45	3,19
Conversión alimenticia	13,538	11,575	12,680	3,05

Se incluyó caña de azúcar integral verde; caña de azúcar integral quemada; los residuos de cosecha, los tres ingredientes son molidos, fermentados y más aditivos. Las variables se midieron en g/día/borrego para consumo y ganancia; y kg alimento/kg peso obtenido *P< 0,05.

Lo anterior confirma que los ovinos confinados al no ser selectivos en las dietas de forrajes tropicales los consumos de MS diarios son muy variables, si cotejamos el consumo de ovinos de pelo en otros alimentos tropicales, con heno de pasto Buffel, canola y pulido de arroz fue de 1,095 kg (González *et al.*, 2006); en dietas con rezaga de garbanzo solo, más pasta de cártamo y más canola fue de 1,166, 1,132 y 1,216 kg, respectivamente (Obregón *et al.*, 2006).

Al no encontrarse diferencias (P>0,05) en la ganancia diaria de peso de corderos confinados en dietas a base de caña, los valores obtenidos de 92,6, 130,7 y 106,4 g diarios son similares al valor de 103 g de Pedraza (2000) en dieta de bagazo de caña fermentado, salvado de arroz y pollinaza; pero son más altos a 87 g reportado con caña integral, quemada, molida, fermentada y con aditivos de Cuaron y Shimada (1981); a 36 g con bagazo de caña, salvado de arroz y pollinaza de Landaeta *et al.* (2004); a 60, y 82 g con dietas de caña entera sola y de caña más subproductos de cervecería (Castillo *et al.*, 2004).

Sin embargo, se reportan ganancias superiores a las obtenidas en este estudio, de 202 g/día al consumir caña de azúcar completa y 22 % de pulido de arroz (Pérez *et al.*, 2006); de 159.0 g/día/borrego en dieta de heno de zacate Buffel, canola y pulido de arroz (González *et al.*, 2006); de 134.4 g/día en caña completa quemada, molida, aditivos y fermentada (Cuaron y Shimada, 1981). Lo anterior contrasta las limitaciones nutricionales en la respuesta productiva de ovinos consumiendo una dieta única a base de caña de azúcar, no obstante el comportamiento animal se incrementa con la molienda, fermentación

o suplementación química u otros concentrados a la caña (Muñoz y González, 1998).

Los valores de la conversión alimenticia de 13,54, 11,57 y 12,68 kg de alimento consumido/kg de peso obtenido, fueron más altos que 5,8, 6,5 y 6,4 kg logrados en tratamientos con caña integral sin quemar, molida y ensilada; de caña integral sin quemar, molida, con aditivo y fermentada; y de caña integral quemada, molida, con aditivo y fermentada, respectivamente (Cuaron y Shimada, 1981); al de 5,41 kg con caña entera molida y 22% de pulido arroz de Pérez *et al.* (2006); al de 7,5 kg obtenido con bagazo de caña fermentado, salvado de arroz y pollinaza (Pedraza, 2000).

Si se confronta la conversión obtenida con otros alimentos tropicales, el resultado de dietas a base de pasta de canola, rezaga de garbanzo y pasta de cártamo de 4.089 kg, 4.245 kg y 5.194 kg, respectivamente (Obregón *et al.*, 2006); el valor de 6.886 kg con heno de pasto Buffel, canola y pulido de arroz (González *et al.*, 2006). Lo anterior respalda que la conversión alimenticia de ovinos de pelo estabulada podría estar influida por el valor nutritivo del alimento base, la preparación, el consumo diario, el peso inicial y el potencial genético de los animales de estudio (Le Du y Baker, 1981).

CONCLUSIÓN

En la caracterización química, los residuos de cosecha y la caña de azúcar entera incrementaron el valor nutricional con el proceso de molienda, fermentado y el uso de aditivos.

La digestibilidad *in vitro* de la MS y MO mostró una respuesta atípica, el mejor tratamiento resultó para los tipos de caña con molienda, superando a los de caña molida y fermentada y al de proceso integral.

En la repuesta animal las dietas de caña de azúcar integral sin quemar, quemada y de residuos de cosecha con proceso de molienda, fermentado y aditivos se comportaron iguales en el consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de corderos Pelibuey.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, O. J. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nayarit, p 89.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D C. p 69.
- Aranda, I. E. y C. H. Losada. 1980. Efecto de la edad de diferentes secciones de la caña de azúcar sobre la composición química, digestibilidad y valor nutritivo. En: Informe Anual del Departamento de Nutrición. Lázaro Cárdenas, Tabasco, México, pp 67-82.
- Batista, J., E. Ferrari, R. Aparecida, I. Pozar, L. Zimback e M. C. De Andrade. 2001. Composição química de genótipos de cana-de-ácúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. *Bragantia*, Campinas, v. 63(3): 311-319 pp.
- Castillo, E. L. H., L. J. A. De Oliveira y C. F. Oldakowski. 2004. Desempeño productivo de borregos raza Santa Ines suplementados con diferentes niveles de levadura viva (Procreatin 7 ®). *Saf Agri*.
- Cuarón, M. L. y A. S. Shimada. 1981. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para corderos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 15: 177-182.
- Elías, A., P. Lezcano, O. Lezcano, J. Cordero y L. Quintana. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en estado sólido (Saccharina). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 24: 1-12.
- Fondevila, M., J. C. M Nogueira, A. J. Filho Barrios and A. Urdaneta 2002. *In vitro* microbial fermentation and protein utilization of tropical forage legumes grown during the dry season. *Animal Feed Science and Technology*, 95: 1-14.
- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para adaptarlo a condiciones de México. Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Distrito Federal de México, p 246.
- Goering, M. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some application), *Agricultural Handbook* N° 379. USA Department of Agriculture. Washington, District of Columbia, p 90.
- González, M. I. M., O. E. Gutiérrez, T. H. Morales, B. H. Bernal y N. J. Colin. 2006. Consumo voluntario de dietas a base de zacate Buffel ofrecido a borregas Pelibuey de diferentes pesos vivos. **In:** Memorias de XXXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Mazatlán Sinaloa, pp 102-104.
- Hach Company. 1996. DR/2010 Spectrophotometer procedures manual. USA. p 56.
- INEGI. 2005. Anuario Estadístico de Nayarit. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Tepic, p 174.
- Juárez, A. S., M. A. Carrillo, E. Gutiérrez, H. Bernal, E. M. Romero y J. Colin. 2006. Estimación de la degradabilidad aparente de la materia seca y producción de biomasa microbiana en pastos tropicales mediante la producción de gas *in vitro*. **In:** XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Mazatlán Sinaloa, México. pp 112-114.
- Landaeta, R. M., B. G. Novel, B. R. Sánchez, C. J. Rojas y J. L. Jiménez. 2004. Evaluación de cama de pollo mezclada con salvado de arroz y bagazo de caña de azúcar para el engorde de corderos en confinamiento. *Livestock Research for Rural Development*, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Tarabana, Estado de Lara, Venezuela. 119-139 pp.
- Le Du, Y. L. P. and P. D. Baker. 1981. The digestibility of herbage selected by oesophageally fistulated

- cow, steer calves and wether sheep when strip – grazing together. *Grass and forage Sc.* 36: 237-239.
- López, I., E. M. Aranda, J. A. Ramos y G. D. Mendoza. 2003. Evaluación nutricional de ocho variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37: 381-386.
- Molina, A., P. P. Leal, A. Vera, N. Milanés, D. Pedroso, V. Torres, J. Traba y O. Tuero. 1999. Evaluación del valor forrajero de variedades industriales de caña de azúcar. Digestibilidad *in situ*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 33: 387-392.
- Montpellier, P. A., y T. R. Preston. 1977. Digestibilidad de punta, corteza, tallo descortezado y caña de azúcar integral. *Producción Animal Tropical*, 2: 40-45.
- Muñoz, E. y R. González. 1998. Caña de azúcar integral para estimular el consumo a voluntad de alimentos voluminosos en vacas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 31: 33-40.
- Obregón, J. F., R. H. Dávila, R. F. G. Ríos, A. A. Estrada, C. R. Barajas, C. E. Ibarra y A. N. E. Villalba. 2006. Respuesta productiva de ovinos de pelo en finalización con dietas isoproteicas elaboradas con pasta de canola, pasta de cártamo y rezaga de garbanzo. **In:** Memorias de XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Mazatlán Sinaloa, pp 172-175.
- Pedraza, O. R. M. 2000. Bagazo rico en proteína (Bagarip) alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido. *Rev. Prod. Anim.* Vol. 12: 41-51.
- Pérez, H. J. A., Ch. J. Salinas, C. R. F. García y A. A. C. Arbola. 2006. Efecto de raciones con distintos niveles de pulido de arroz sobre el comportamiento productivo de ovinos en engorda. **In:** Memorias de XXXIV Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal, Mazatlán Sinaloa, pp 80-83.
- Ruiz, R., R. Ruiz, G. Salgado y M. Beltrán. 2005. Relación entre la temperatura de la masa fermentativa, temperatura ambiental y el contenido de proteína cruda durante la elaboración de Saccharina rústica. I Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, pp 272-279.
- SAGARPA. 2005. Diagnóstico de la Ganadería en Nayarit. Estudio Informativo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Pesqueros y Alimentación (SAGARPA). Tepic, Nayarit, p 45.
- SAS, 2002. User's Guide. SAS Institute In Company. Cary (North Caroline, USE) p 85.
- Stuart, J. R. y O. Fundora, 1994. Utilización de residuos de la cosecha de caña de azúcar en la alimentación de los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 28: 1-12.
- Tilley, J. M. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *British Grasslands Society*, p 287.

Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)

José E. Llanes^{1*}, Aliro Bórquez², José Toledo¹ y José M. Lazo de la Vega¹

¹Centro de Preparación Acuícola Mampostón. Carretera Central Km. 41, San José de las Lajas, La Habana. Cuba.

*Correo electrónico: jellanes@telemar.cu.

²Universidad Católica de Temuco, Escuela Acuicultura, Campus Norte, Rudecindo Ortega 02950, Temuco. Chile.

RESUMEN

Mediante un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, se determinó la digestibilidad *in vivo* de nutrientes y energía de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). El ensilaje químico se preparó con ácido sulfúrico 98% (20 ml/kg) y ácido fórmico (10 ml/kg) y el ensilaje biológico con miel de caña (150 g/kg) y yogurt (*Lactobacillus bulgaris* y *Streptococcus acidophilus*; 30 g/kg). Se usó óxido crómico como indicador y las heces se recolectaron por un sifón desde el fondo de los tanques. Se obtuvo que la digestibilidad aparente de algunos nutrientes difirió en función del tipo de ensilaje, entre tanto la proteína digestible fue mayor para el ensilaje químico y la materia seca, calcio y fósforo para el ensilaje biológico. Digestibilidades iguales ($P>0,05$) se presentó para los lípidos, cenizas y energía. Concluyendo que los ensilajes de residuos pesqueros presentan alto valor nutricional, lo que constituyen una fuente de proteína alternativa en la formulación de raciones para tilapias rojas.

Palabras clave: digestibilidad, ensilaje, residuos pesqueros, tilapia.

Apparent digestibility of fishing waste silage in red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)

ABSTRACT

By means of a design completely randomized with three repetitions, *in vivo* digestibility of nutrients and energy in fishing waste silages were determined for red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Chemical silage prepared with sulphuric acid 98 % (20 ml/kg) and formic acid (10 ml/kg) and the biological with sugar cane molasses (150 g/kg) and of yogurt (*Lactobacillus bulgaris* and *Streptococcus acidophilus*; 30 g/kg). The chromic oxide was used as inert indicator and fecal sample were recollected by siphon from the bottom of tanks. As a result, the apparent digestibility of some nutrients differed from silage type; meanwhile protein was bigger for the chemical silage and the dry matter, calcium and phosphorus for the biological silage. Similar digestibility ($P>0,05$) was presented for lipids, ashes and energy. In conclusion, all this showed that the fishing waste silages present high nutritional value, that constitute an alternative- protein source in the formulation of rations for red tilapias.

Keyword: digestibility, silage, fishing waste, tilapia.

INTRODUCCIÓN

La harina de pescado es la principal fuente de proteínas que se utiliza en la formulación de alimentos para organismos acuáticos por su alto contenido de proteína bruta y perfil de aminoácidos esenciales, así como su alta digestibilidad de materia seca, energía y nitrógeno (Zhoug *et al.*, 2004), pero por su alto costo y poca disponibilidad en el mercado internacional se hace necesario evaluar otras fuentes de proteínas alternativas fundamentalmente para especies dulceacuícolas.

Una opción puede ser el ensilaje de pescado (EP); producto líquido-pastoso, que se basa en la acidificación del medio a modo de favorecer residuos del mismo (González y Marín, 2005). Es un insumo con similar composición química al material fresco (Vidotti *et al.*, 2002) y su obtención es a través de un proceso simple y accesible a una producción en mayor escala con baja demanda de energía (Toledo y Llanes, 2007).

Numerosos trabajos (Vidotti *et al.*, 2002; Wicki *et al.*, 2007; Toledo *et al.*, 2009) consiguieron la utilización del EP en forma húmeda, harinas simples e inclusive deshidratado con otras fuentes proteicas para la alimentación de peces de agua dulce como Pacú (*Piaractus mesopotamicus*), amura blanca (*Ctenopharingodon idella*), bagre africano (*Clarias gariepinus*) y acorde con los resultados se considero factible su utilización por las buenas tasas de crecimiento y bajo costo de producción.

De acuerdo con Allan *et al.* (2000), la determinación de la digestibilidad es el primer paso en la evaluación del potencial de un ingrediente para su uso en la alimentación animal. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la digestibilidad *in vivo* de nutrientes y energía de los ensilajes químico y biológico de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus x O. niloticus*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de los ensilajes de pescado y dietas experimentales

Se utilizaron los desechos del fileteado de tilapias, los cuales se molieron con un molino de carne a un tamaño de 1cm. La pasta de pescado se homogeneizó y dividió en dos porciones iguales. Para el ensilaje

químico (EQ) una porción se mezcló con ácido sulfúrico 98% (20 ml/kg) y ácido fórmico (10 ml/kg) y para el ensilaje biológico (EBL) se mezcló con miel final (150 g/kg) y yogurt comercial (30 g/kg) como cultivo de bacterias ácido lácticas (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaris*). Ambos EP se colocaron en recipientes plásticos con tapas y se almacenaron a temperatura ambiente durante 7 días (Fagbenro y Jauncey, 1993). Al cabo de este tiempo los EP se secaron en la estufa con ventilación forzada (calor seco) a 60°C por 48 h.

Se formularon tres dietas: una de referencia similar a la que utilizó Köprücü y Özdemir (2005) en tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y dos experimentales con cada EP. El óxido crómico se usó como marcador inerte y se añadió en una proporción de 10 g/kg de alimento. La composición porcentual y proximal de las dietas experimentales se muestra en el Cuadro 1.

Para la preparación de las dietas, las harinas se tamizaron a 250 µm y mezclaron en seco en una mezcladora Hobart M-600 (10 min). Posteriormente, se agregó el resto de los ingredientes y se continuó el mezclado (20 min). Para la peletización se usó el molino de carne JAVAR 32 con una matriz de orificios de 3,5 mm. Los pellets se secaron en la estufa a 60°C durante 48 h.

Procedimiento experimental

Se utilizaron 270 juveniles de tilapias rojas *Oreochromis mossambicus x O. niloticus* de 45,43±8,35 g de peso promedio, los que se distribuyeron al azar en grupos de 30 peces, en 9 piscinas rectangulares de cemento de 700 l de agua (3 piscinas/ tratamiento). Los peces se mantuvieron una semana de aclimatación donde se alimentaron a saciedad con las propias dietas experimentales dos veces al día (9:00 y 16:00h).

Al cabo de este tiempo, se comenzó la recolección de las heces fecales minuciosamente por medio de un sifón durante 6 días. Las heces se recogieron antes de proceder a cada alimentación y se secaron (estufa a 60°C), molieron y congelaron (-25°C) para su posterior análisis químico. Los valores de temperatura y concentración de oxígeno disuelto del agua de las piscinas se tomaron diariamente con un Oxímetro HANNA.

La composición bromatológica de las muestras de ensilajes, harinas y heces, así como las

determinaciones de cromo se hicieron triplicadas y de acuerdo a la metodología de la AOAC (1998). Los valores de digestibilidad aparente (DA) de los nutrientes se calcularon según Bureau *et al.* (1999).

$$DA_{\text{materia seca}} (\%) = (DA_{\text{test}} - 0,7) \times DA_{\text{referencia}} / 0,3.$$

$$DA_{\text{nutriente}} (\%) = (DA_{\text{test}} \times \text{Nutriente}_{\text{test}} - (DA_{\text{referencia}} \times \text{Nutriente}_{\text{referencia}} \times 0,7)) / (0,3 \times \text{Nutriente}_{\text{ingrediente}}).$$

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple por medio del software estadístico INFOSTAT versión 1.0 (Balzarini *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el bioensayo, la temperatura del agua osciló de 25,8 a 26,9°C y el oxígeno disuelto fue >3,0 mg/L. No hubo mortalidades y las raciones se consumieron rápidamente, lo que confirmó que los ingredientes de origen pesquero, son muy palatables por los peces como señalaron Zhoug *et al.* (2004), además, los EP proporcionan aminoácidos libres del proceso de hidrólisis, que pueden tener un efecto atrayente (Stone *et al.*, 1989)

La digestibilidad aparente de la materia seca (DMS), proteína bruta (DPB), lípidos (DLIP), cenizas (DCN), calcio (DCa) y fósforo (DP) de los EQ y EBL (Cuadro 2), que se obtuvieron por el método de recolección de heces a través de sifón y óxido crómico como marcador fue de forma general satisfactoria respecto a otros reportes que se consultaron. De los dos ensilajes que se evaluaron, el EBL presentó valores superiores ($P < 0,01$) en la DMS y minerales, mientras la proteína digestible fue mayor para el EQ ($P < 0,01$). Por su parte, DLIP, cenizas y energía no difirieron significativamente ($P > 0,05$) entre las metodologías de ensilajes que se estudiaron.

Las DMS (79,14 % EQ y 82,21% EBL) en este estudio con el método de sifón fueron más altas que las reportadas para Pacú (71,40% EQ y 68,23% EBL) con extrusión manual y óxido crómico (Vidotti *et al.*, 2002) y las citadas para las harinas de organismos bentónicos (76,5%), peces pelágicos pequeños (74,2%); mezcla de varias especies de pez gato (76,9%) y desechos del procesamiento de atún y sardinas (75,1%) en tilapias del Nilo con el método de sifón y cenizas ácidas insolubles como marcador (Goddard *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (g/100g).

Ingredientes	D1 Referencia	D2 E. químico	D3 E. biológico
Harina de pescado	15	10,42	10,42
Harina de soya	45	31,22	31,22
Harina de trigo	32,75	22,72	22,72
Aceite de soya	2	1,39	1,39
Fosfato dicálcico	2	1,39	1,39
Cloruro de sodio	0,25	0,17	0,17
Carboximetil celulosa	1	0,69	0,69
Mezcla vit- mineral	1	1	1
Oxido crómico III	1	1	1
Ensilado químico	-	30	-
Ensilado biológico	-	-	30
Materia seca	91,21	90,26	91,53
Proteína bruta	33,52	35,10	33,55
Lípidos	5,02	9,72	10,09
Cenizas	7,55	10,88	10,62
Energía bruta (MJ/kg)	16,91	17,74	17,99

Cuadro 2. Digestibilidad aparente de los nutrientes y energía de los ensilajes de residuos pesqueros para tilapia roja (g/100g).

Nutrientes	Ensilaje químico	Ensilaje biológico	EE± Significación
Materia seca	79,14	82,21	±0,64 *
Proteína bruta	89,92	81,74	±0,89 **
Lípidos	86,50	87,76	±0,54
Cenizas	60,63	62,85	±1,19
Calcio	41,40	51,55	±0,89 **
Fósforo	56,06	65,12	±0,88 **
Energía	85,10	86,28	±0,45

EE- Error estándar (n=3).

**P<0,01.

*P<0,05.

Por otra parte, la DPB (Cuadro 2) mostró diferencias significativas ($P<0,01$), donde el EBL presentó el menor valor (81,74%). Una posible explicación puede estar dada en el aumento de los contenidos de bases volátiles totales como resultado de la desaminación oxidativa de los aminoácidos libres, componentes del “pool” de nitrógeno no proteico, por un número de bacterias que causan su reducción y al mismo tiempo generan amonio; lo que puede traer consecuencias negativas en el valor nutricional de este tipo de ensilaje. Referente a esto, Enes *et al.* (1998) encontraron mayor formación de bases volátiles nitrogenadas en los EBL con relación al EQ, refiriéndose a esto como una desventaja, pues conduce a reducir el contenido de aminoácidos. También, González y Marín (2005), explicaron que dicho proceso tiene relación con el crecimiento de microorganismos capaces de multiplicarse a temperaturas menores o iguales a la ambiental, los que presentan características proteolíticas y lipolíticas que desempeñan un papel importante en el proceso de descomposición del pescado. Estos autores mostraron un aumento progresivo de bases volátiles durante 60 días de almacenamiento del EBL, que alcanzó valores de 157,4 y 172,9 mg N/100g.

Las DPB (89,92%-EQ y 81,75%-EBL) de este trabajo fueron más altas que las reportadas en Pacú (79,25%-EQ y 73,56%-EBL) por Vidotti *et al.* (2002), sin embargo, resultaron inferiores (92,00%-EQ y 89,1%-EBL) a las que se reportaron en tilapias del Nilo con el método de decantación y óxido crómico (Borghesi *et al.*, 2008).

Las mejores DPB en tilapia del Nilo (Borghesi *et al.*, 2008), pueden ser por la composición del EP (80% tilapias enteras y 20% de residuos) y la dieta de referencia con ingredientes semi-purificados como albúminas y gelatina. De hecho, Vidotti *et al.* (2002), obtuvieron los mejores DPB en ensilajes de peces enteros en relación a los que contenían residuos. También, Boscolo *et al.* (2004) consignaron en tilapias del Nilo DPB de 70,67 y 67,09% para harinas de residuos de tilapias y corvina respectivamente, las que difieren de la harina integral de camarones (88,79%).

Lo que indica que existe una relación entre la composición química y la digestibilidad de los ingredientes, donde los procedentes de residuos tienen altos tenores de material mineral dado a una mayor concentración de huesos y escamas y una menor calidad de la proteína. Realmente, las proteínas procedentes de huesos y tejido conectivo son menos digeribles que las de origen muscular (NRC, 1993).

Según Köprücü y Özdemir (2005), las DPB de los ingredientes alimenticios ricos en proteínas se hallan generalmente entre 75 a 95%. Las DPB (81,75 y 89,92 %), de los EP experimentales para tilapia roja *Oreochromis mossambicus X O. niloticus* (recolección de heces por sifón) en este trabajo, coinciden con otras DPB reportados para diferentes materias primas en tilapia del Nilo. Por ejemplo, harinas de subproductos de aves (87,24%; Pezzato *et al.*, 2002); harinas de gluten de maíz (89%), soya (87,4%; Köprücü y Özdemir, 2005) y harinas confeccionadas con subproductos pesqueros como:

organismos bentónicos (91,1%), peces pelágicos pequeños (90,3%); mezcla de diferentes *spp* de pez gatos (92,5%) y desechos del procesamiento de atún y sardinias (89,9%; Goddard *et al.*, 2008); harina de gambusia *Gambusia affinis* (82,2%, Ahmad, 2008). Por el contrario, fueron superiores a las harinas de carne (73,19%), sangre (50,69%) y plumas (29,12%; Pezzato *et al.*, 2002); gammarido (75,8%), exoesqueleto de cangrejo (71,0%; Köprücü y Özdemir, 2005).

Estas diferencias se pueden atribuir a varias razones: especie objeto de estudio, ya que los hábitos alimentarios varían en las diferentes especies de tilapias (Olvera-Novoa, 2002), composición química de la materia prima, origen y procesamiento de los ingredientes, tiempo de almacenamiento y método de recolección de las heces (Köprücü y Özdemir, 2005).

La digestibilidad aparente de las grasa (Cuadro 2) no mostraron diferencias significativas entre los ensilajes ($P > 0,05$) y se encontraron valores $> 85\%$, que se pueden atribuir a la composición de sus ácidos grasos (AG), cuya concentración de insaturados en estos residuos fue aproximadamente 60% del total (Vidotti *et al.*, 2002). También, Bureau (2004) reportó que los alimentos para peces que contienen aceites de pescado o vegetal tienen altos niveles de AG de las series w-3 y w-6 y fueron 6% mejor digeribles que los alimentos que contenían grasa animal, la cual tuvo altos contenidos de AG saturados. Además, este autor planteó que los AG saturados con elevado punto de fusión son menos digeribles por los peces que los insaturados. De hecho, la digestibilidad de las grasas en truchas arco iris disminuyó a medida que el punto de fusión y grado de saturación aumentó.

Según Aksnes y Opstvedt (1998), las grasas cuando se suministran solas o comprometidas en los ingredientes de la dieta, habitualmente toman valores de digestibilidad de 85 a 95% para peces. Referente a esto, Sklan *et al.* (2004) reportaron que para híbridos de tilapias *Oreochromis niloticus x O. aureus*, las DLIP variaron de 77,9-89,9% para harinas de pescado, subproductos de aves, soya, semillas de girasol.

También, Köprücü y Özdemir (2005) encontraron para tilapias del Nilo DLIP (72 a 97,5%) en las harinas de pescado, soya, gluten de maíz, gammaridos y exoesqueleto de cangrejo. Las DLIP (86,50 y 87,76%) en los EP para tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*

X O. niloticus) coinciden de forma general con los reportes de los autores anteriores.

La digestibilidad de la energía (Cuadro 2) no difirió significativamente en relación a la metodología de ensilaje que se utilizó, y los valores que se alcanzaron para ambos insumos (85,10 y 86,28%) son próximos a los citados para tilapias del Nilo y bagre africano (Fagbenro y Jauncey, 1994). Estos buenos resultados pueden atribuirse a las altas concentraciones de ácidos grasos insaturados del aceite de los ensilajes que son mayormente adsorbidos que los saturados conforme a lo observado por Allan *et al.* (2000) al evaluar la digestibilidad de harinas de diferentes orígenes.

Por otra parte, la digestibilidad del fósforo (Cuadro 2) en el EQ (56,06%) y EBL (65,12%) para tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus X O. niloticus*) fue superior a los reportados en harinas de anchoveta (27,8%), gluten de maíz (28,2%), soya (30,1%) para tilapias del Nilo (Köprücü y Özdemir 2005). Referente a esto, Sarker *et al.* (2007) opinaron que la acidificación dietética para especies gástricas fue efectiva, al incrementar la disponibilidad de minerales en los huesos de peces y harina de pescado, lo que comprobaron al suplementar bajos niveles de ácido cítrico a la dieta de la dorada *Pagrus major*, lo cual incrementó la absorción de fósforo de la harina de pescado.

De igual manera, el efecto de los ácidos orgánicos presentes en los ensilajes (ácido fórmico y láctico) mejoró la disponibilidad de los elementos minerales (calcio y fósforo) por el efecto acidificante que solubilizó los minerales presentes en los huesos de los residuos pesqueros. Es por ello, que la alta digestibilidad del calcio y fósforo de los EP, indican que pueden ser fuentes de minerales dietéticas que permite sustituir suplementos inorgánicos como fosfatos mono y di cálcico. Diebold and Eidelsburger (2006), consignaron que los ácidos orgánicos (fórmico, láctico, acético, propiónico y cítrico) en los alimentos acuícolas son potenciales alternativos a antibióticos y tienen varias ventajas como: inhiben el crecimiento de microorganismos los cuales algunos pueden ser potencialmente patógenos, reducen el pH en el estómago lo que mejora la actividad de la pepsina particularmente cuando hay una reducción de los niveles de ácido clorhídrico al alimentar con dietas de altos contenidos de proteína o cuando hay altos consumos de alimentos en animales jóvenes,

además son fuentes de energía metabólica, por ejemplo el ácido propiónico contiene de una a cinco veces más energía que el trigo. Según NRC (1993), las tilapias utilizan el fósforo presente en la harina de pescado más eficientemente que las carpas (*Cyprinus carpio*) y bagres americanos (*Ictalurus punctatus*).

Los resultados obtenidos en este estudio revisten gran importancia pues actualmente la acuicultura es altamente dependiente de las pesquerías de especies forrajeras marinas para suplir la harina y el aceite de pescado; insumos necesarios en la formulación de dietas completas para la intensificación de los cultivos. Su producción fue relativamente estable durante los últimos 15 años (Tacon y Hasan, 2007) y se prevé que su situación no mejore, lo que su disponibilidad puede declinar en el futuro y no se puede considerar un ingrediente sustentable para los alimentos acuícolas.

Por otra parte, que la producción de alimentos comerciales dependerá en un futuro breve de otras fuentes de proteínas alternativas de calidad para sustituir este insumo, tanto en el aspecto nutricional como económico y en este caso se presenta el ensilaje de residuos pesquero como una fuente alternativa de proteína de alto valor nutricional que puede a su vez contribuir con el saneamiento ambiental.

CONCLUSIONES

Los juveniles de tilapias rojas usaron eficientemente la fracción de proteína, grasa y energía (>80%) suplida por los ensilajes químico y biológico de residuos pesqueros, lo que constituyen una fuente de proteína de alto valor nutricional para la formulación de raciones para esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el asesoramiento brindado por el Laboratorio de Nutrición y Calidad del agua de la Escuela de Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Chile.

LITERATURA CITADA

- Ahmad, M. 2008. Evaluation of *Gambusia affinis*, Fish Meal in Practical Diets for Fry Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of the World Aquaculture 39(2): 243-250.
- Aksnes, A. y J. Opstvedt. 1998. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. Aquaculture 161, 45– 53.
- Allan G. I., S. Parkinson, M. A. Booth, A. J. Stone D., S. J. Rowland, J. Frances and R. Warner-Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture 186, 293-310.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. 16th Edition. AOAC: Washington, DC. p 1018.
- Balzarini, M., F. Casanoves, J. A. Di Rienzo, I. A. González, C. W. Robledo y M. E. Tablada. 2001. Software estadístico INFOSTAT. Manual de usuario, Versión 1. Córdoba. Argentina.
- Boscolo, W., C. Hayashi, F. Meurer, A. Feiden e R. Bombardell. 2004. Digestibilidade aparente de energia y proteina das farinhas de residuo da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e de convina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do Camarao Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para Tilapia del Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia 33(1):8-13.
- Borguesi, R., I. Portz, M. Oetterer and J. Cyrino. 2008. Apparent digestibility of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nilo tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Nutrition 14: 242-248.
- Bureau, D. P., A. M. Harris and C.Y.Cho. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 180: 345–358.
- Bureau, D. P. 2004. Animal fats as aquaculture feed ingredients. International AQUAFEED 7(1): 33-37.
- Enes, M. L., I. Batista, R. Nout, F. Rombouts and J. Houben. 1998. Lipid and protein during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. Food Chemistry 63: 97-102.
- Fagbenro, O. and K. Jauncey. 1993. Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silage. Food Chemistry 48: 331-335.

- Fagbenro, O., K. Jauncey and G. Taylor. 1994. Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Living Resource* 7:79-85.
- Goddard, S., G. Al-Shagaa and A. Ali. 2008. Fisheries by-catch and processing waste meals as ingredients in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research* 39: 518-525.
- González, D. y M. Marín. 2005. Obtención de ensilado biológico a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista Científica FCV-LUZ*. XV (6): 560-567.
- Köprücü, K. and Y. Özdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250: 308–316. NRC(National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture, National Research Council. National Academic Press, Washington, D.C. p 114.
- National Research Council, NRC. 1993. Nutrient Requirement of Fish. Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture, National Research Council. National Academic Press, Washington, D. C. p114.
- Olvera-Novoa, A. 2002. Nutrición y alimentación de tilapias. **In:** Memorias del II Curso Lance en Producción Acuicola. Chipinque, Monterrey Nuevo León, México. Del 12 - 17 de Mayo del 2002.
- Pezzato, I. E., E. C. Miranda, A. C. Pezzato, M. M. Barros y L. G. Q. Pinto, Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras de Zootecnia* 31(4):1595-1604.
- Sarker, S. A., S. Satoh and V. Kiron. 2007. Inclusion of citric acid and/or amino acid- chelated trace elements in alternate plant protein source diets affects growth and excretion of nitrogen and phosphorus in red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 262: 436-443.
- Sklan, D., T. Prag and I. Lupatsch. 2004. Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). *Aquaculture Research* 35: 358-364.
- Stone, F. E., R. W. Hardy, K. D. Shearer and T. M. Scott. 1989. Utilization of fish silage by Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*). *Aquaculture* 76: 108-118.
- Tacon, A. and M. Hasan. 2007. Global Synthesis of feeds and nutrients for sustainable aquaculture development. In. Hasan, M., Hecht, T., De Silva, S and Tacon, A (eds). Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO. Fisheries Paper. No.497. Roma, FAO, 3-17.
- Toledo, J. y J. Llanes. 2007. Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *REDVET VIII* (9). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907.html>.
- Toledo, J., A. Botello y J. Llanes. 2009. Evaluación de los ensilajes químicos de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus*. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 26(1): 14-18.
- Vidotti, R. M., D. J. Carneiro and E. Viegas. 2002. Acid and fermented silage Characterization and Determination of Apparent Digestibility Coeficient of Crude Protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 33(1): 57-62.
- Wicki, G., S. Panne, M. Álvarez y L. Romano. 2007. Tecnologías de ensilados desarrolladas en la Argentina. In Wicki, G., Dapello, G. Álvarez, M. (eds). Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces. Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentos (Serie Pesca y Acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas). p 19-30.
- Zhoug, Q. C., B. P. Tan, K. S. Mai and and. J. Liu. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 241: 441-451.

Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne

Omar Verde

Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE) San Felipe, Zona Industrial "Agustín Rivero". Estado Yaracuy. Correo electrónico:omarverde@cantv.net.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la magnitud de la interacción genotipo x ambiente se dispuso de 440 pesos corregidos a 548 días de becerros procedentes de la base de datos del Programa Cooperativo de la Raza Romosinuano de Venezuela. El análisis por Cuadrados Mínimos incluyó efectos fijos de finca (F), sexo (S), año (AN), mes (MN) de nacimiento, edad de la vaca al parto (EV), toro padre (P) e interacción toro por F (P x F). El análisis bajo modelo animal arrojó resultados sobre los efectos fijos de F, S, AN, MN, EV y el efecto genético aleatorio del animal, mientras que un segundo modelo animal consideró cada padre presente en diferentes F como animales diferentes para, así, obtener estimados de valor genético dentro de finca. Los resultados señalan que la magnitud de la interacción es de alta significación ($P < 0,01$) y que los ordenamientos de los méritos genéticos de los toros varían en las diferentes F, por tal razón, conviene ser cuidadoso en la selección de reproductores a utilizarse en ambientes diferentes a aquellos donde se colectaron los datos que permitieron su evaluación.

Palabras Clave: ganado de carne, peso 548 días, interacción genotipo x ambiente.

Genotype x environment interaction on 548 days weight in beef cattle

ABSTRACT

The importance of genetic x environment interaction in 548-days weight in beef cattle was evaluated by means of some 440 records obtained from the database of the Romosinuano Program in Venezuela. Least squares analysis included fixed effects of herd (H), sex (S), year (Y) and month (M) of calving, age of cow (A), sire (S) and interaction S x H. An Animal Model analysis included fixed effects of H, S, Y, M, A and animal random genetic effect, while another Animal Model identified and included sire present in different herds as different ones, in order to obtain their estimates of genetic within each herd. Results indicate that genetic by environment interaction was highly significant ($P < 0,01$) and that genetic merit of sires ranks different within herds which imply the necessity to be careful with the selection of sires to be used in different environments from the ones that were used to produce records for their evaluations.

Keywords: beef cattle, 548 days weight, genotype x environment interaction.

INTRODUCCIÓN

Una definición práctica de interacción genotipo por ambiente viene dada por el comportamiento diferencial de los niveles de una variable (por ejemplo, los genotipos) a través de los niveles de una segunda variable (por ejemplo, los ambientes donde se expresan los genotipos).

Acá pueden surgir algunas preguntas de interés práctico. Por ejemplo: los toros reproductores que producen hijos en diferentes rebaños (ambientes), se comportan de igual forma o no para las características de importancia económica, entre las que se puede considerar de importancia el peso a 548 días de sus hijos.

No se pretende que los promedios de los hijos de un toro sean iguales en cada rebaño. Lo que se plantea es averiguar si las diferencias entre dos toros padres son iguales o muy parecidas en los diversos ambientes donde producen hijos. Puede ser que no sean iguales, pero, sus diferencias son mínimas lográndose clasificar los méritos genéticos de los toros padres de forma tal que se mantiene el mismo ordenamiento en cada ambiente donde produjeron hijos. En este caso, el mejor toro de una F es el mejor toro en cualquier otra F.

El problema surge si se presentan diferencias de importancia entre toros en los distintos ambientes, estos pueden conducir a ordenamientos diferentes de los mismos, que se traduciría en que el mejor toro para el carácter en evaluación en una finca no necesariamente es el mejor en otra, con la asociada pérdida de seguridad en la utilización de los mejores genotipos para producir las próximas generaciones y así maximizar el progreso genético.

En sus trabajos Falconer (1952), Pani *et al.* (1971), Silva (1990), Souza (1997), Souza *et al.* (1998), Mattos *et al.* (2000), Souza *et al.* (2003), Mederos (2005), Souza *et al.* (2008), son algunos de los investigadores que han evaluado las diferentes respuestas de los animales domésticos cuando son expuestos en variados ambientes en cuanto a manejo, alimentación, sanidad, reproducción, entre otros aspectos, con evidencias importantes para los estimados de la interacción.

Concretamente, en el presente trabajo se plantea determinar la magnitud de la interacción genotipo x ambiente para el peso corregido a 548 días de edad, a través del comportamiento de los toros utilizados como reproductores en varias fincas productoras de ganado bovino de carne en Venezuela

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el presente trabajo, se utilizó información parcial de la base de datos del Programa

Genético Cooperativo de la Raza Romosinuano de Venezuela (PGCR), correspondiente a 440 pesos corregidos a 548 días, procedentes de 6 toros (padres) que se emplearon en 5 F, con nacimientos en 5 años cronológicos, en 4 meses del año y con 5 edades al parto de las madres.

En primera instancia, se recurrió a una metodología que se aplicó durante mucho tiempo para el análisis de datos con número desigual de observaciones por celda, la metodología de los Cuadrados Mínimos. Se dispuso del programa desarrollado por W. Harvey en la década de los años sesenta y posteriormente actualizado (Harvey, 1987), que permite obtener constantes asociadas con los efectos incluidos en el modelo estadístico. En el presente caso, en el modelo estadístico se incluyeron los efectos fijos de padre, F, año de nacimiento (AN), mes de nacimiento (MN), sexo del becerro (S), edad de la madre al parto (EMP) y la interacción padre por F. Las constantes obtenidas para el efecto principal padre producen estimados de valores genéticos para cada toro, mientras que las constantes de padre x F proporcionan los efectos particulares de cada toro dentro de cada F. Por otro lado, el análisis de varianza permite determinar la magnitud y significación de la influencia de cada efecto incluido en el modelo, incluyendo la interacción genotipo x ambiente.

Posteriormente, se procedió a la realización de dos análisis de este mismo conjunto de datos por medio de la metodología de los Modelos Mixtos bajo el denominado modelo animal, siguiendo los procedimientos descritos por Boldman *et al.* (1995). El primero, identificado como Modelo A, incluyó los efectos fijos de S del becerro, AN, MN, EMP y F, además del efecto genético aleatorio del animal sobre el peso a 548 días de los becerros. Este análisis permite obtener los valores genéticos globales de los toros padres presentes en el rebaño.

El segundo análisis por modelo animal (Modelo B) consideró el efecto padre dentro de F como un efecto aleatorio, con la finalidad de generar estimados de mérito genético para cada padre dentro de cada F y poder confirmar la posible presencia de la interacción padre por F. Se incluyeron los efectos fijos de S del becerro, AN, MN, EMP y F, además del efecto genético del animal sobre el peso a 548 días de los becerros, pero considerando a los padres como diferentes individuos cuando están presentes en varias

F. Este análisis permite obtener valores genéticos de los toros padres en cada finca donde esté presente. Conviene recordar que la evaluación de los datos con el Modelo B incluye efectos diferentes al Modelo A y, en comparación con los Cuadrados Mínimos, ambos incluyen las relaciones de parentesco entre individuos, que constituyen una herramienta poderosa para mejorar la estimación de valores genéticos.

Los resultados obtenidos en los tres análisis estadísticos permitirán entonces, señalar si existe o no una importante interacción toro por F. De estar presente esta interacción, la evaluación del comportamiento de los toros en las diferentes F (medido por los estimados de sus valores genéticos) permitirá concluir sobre la relevancia o no de la obtención de estimados de valores genéticos de toros para cada ambiente donde producen descendencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización general de los 440 pesos corregidos a 548 días proveniente de los datos del Programa Genético Cooperativo de la Raza

Romosinuano de Venezuela (PGCR), indicó que el promedio no ajustado fue de 264,8 kg, la desviación estándar 44,7 kg, el error estándar 2,1 y un coeficiente de variación de 16,9 %. La distribución de los datos por padre y finca se presenta en el Cuadro 1.

El análisis de la varianza permitió obtener el promedio ajustado para los efectos incluidos en el modelo estadístico. El valor obtenido fue de 260,6 kg con un error estándar de 3,3 kg. Adicionalmente, los efectos principales de padre del becerro, F, S y AN, así como la interacción padre x F fueron significativos ($P < 0,01$), mientras que MN y EMP no lo fueron (Cuadro 2).

El análisis estadístico permitió concluir que la interacción era significativa ($P < 0,01$), por lo que se infiere que existe un comportamiento diferente de los toros a través de las F. En el Cuadro 3 se presentan las constantes de toro dentro de finca y global. Se observa que las constantes globales de toro indican que los animales 7 y 29 son los superiores y que el toro 93 es el de menor mérito genético.

Cuadro 1. Distribución de datos por toro (padre) y finca.

Toro	Finca				
	1	2	3	4	5
7	0	5	12	10	50
29	5	0	2	3	67
93	9	10	0	8	24
106	7	0	5	34	20
108	4	4	7	8	91
114	39	2	1	4	9

Cuadro 2. Análisis de varianza por Cuadrados mínimos.

Fuentes	gl	Cuadrados Medios	F
Padre	5	3390,0	3,5
Finca	4	39137,3	40,8
Sexo (S)	1	83438,3	86,9
Año nacimiento (AN)	4	9855,3	10,3
Mes nacimiento (MN)	3	129,7	0,1
Edad al parto	4	1761,5	1,8
Padre x finca	16	3819,9	4,0
Residual	402	960,1	

gl = grados de libertad.

Sin embargo, al detallar las constantes dentro de F se detecta que el toro 7, considerado como superior en forma global, es el de menor valor genético en la F 3. Así mismo, el toro 29, también considerado como superior, es el peor en la F 4, mientras que el 93, calificado como el de menor mérito en forma global, es el superior en las F 2 y 5. Lo antes señalado permite poner un alerta importante en las recomendaciones que se hacen luego del análisis de los datos de una población para la escogencia de reproductores.

Los resultados obtenidos en el análisis por modelo animal identificado como Modelo A, que incluyó efectos F, Sexo, AN, MN y EMP, así como el efecto genético del animal, permitió observar que los valores obtenidos son diferentes a los obtenidos en el análisis por Cuadrados Mínimos, pero se observa que los padres de mayor mérito global son los mismos que se obtuvieron en el primer análisis y que el de peor estimado de valor genético también coincide (Cuadro 4).

Con el segundo modelo animal (Modelo B), que incluyó los efectos de F, S, AN y EMP, además del

efecto genético del animal sobre el peso a 548 días de los becerros, pero considerando a los padres como diferentes individuos cuando están presentes en diferentes F, se obtuvieron resultados que difieren tanto del modelo animal A como del análisis por Cuadrados Mínimos (Cuadro 5).

Se observan discrepancias fuertes entre ambos modelos animales evaluados. Los toros 7 y 29 son los mejores en la F 5, pero no lo son en la F 3. Es más, en la F 3, ambos toros presentan valores negativos. Por otro lado, el toro 108, con un valor global negativo bajo en el Modelo A, es el de más alto mérito en las F 3 y 4 en el Modelo B.

Lo anteriormente descrito, no es un conocimiento nuevo. Es la confirmación de un hecho (la interacción genotipo x ambiente) que ocurre en todas las poblaciones de animales, de las cuales no se escapan los bovinos, independientemente de la raza. Resultados similares en cuanto a la importancia de esta interacción han sido presentados, entre otros, por Silva (1990), Mattos *et al.* (2000), Souza *et al.* (2003; 2008),

Cuadro 3. Constantes de toro dentro de finca y global (metodología de los Cuadrados Mínimos).

Toro	Finca					Global
	1	2	3	4	5	
7	---a	3,13	-19,00	12,63	3,24	12,06
29	37,54	---a	-9,05	-27,99	-0,49	13,74
93	-10,63	22,08	---a	-24,72	13,27	-26,88
106	-2,49	---a	9,24	-1,33	-5,41	3,67
108	-38,80	-4,36	37,28	23,90	-18,01	8,65
114	14,39	-20,84	-18,46	17,52	7,40	-11,23

a No se dispone de valores debido a que el toro respectivo no tiene hijos a 18 meses en esa finca.

Cuadro 4. Estimados de valor genético de toros por modelo animal A.

Toro	Valor genético
7	19,71
29	21,63
93	-26,33
106	-0,26
108	-0,08
114	4,46

Cuadro 5. Estimados de valor genético de toros dentro de finca por modelo animal B.

Toro	Finca				
	1	2	3	4	5
7	---a	11,77	-26,68	30,16	25,59
29	38,96	---a	-5,61	-15,26	20,67
93	-34,66	3,03	---a	-51,73	-4,52
106	-2,91	---a	3,11	2,63	1,63
108	-25,88	1,77	40,67	34,23	-7,55
114	9,74	-16,67	-11,49	5,73	-0,36

a No se dispone de valores debido a que el toro respectivo no tiene hijos a 18 meses en esa finca.

Lo señalado, implica que se debe ser cuidadoso en las recomendaciones generales que se pueden suministrar a los productores y demandantes de toros, para su utilización en ambientes diferentes a donde se produjo la recolección de datos, ya que para realizar la recomendación o escogencia de un toro, con la asesoría de un profesional en el área, debería tomarse en consideración el mérito genético estimado para condiciones similares o parecidas a donde se utilizará. También implica que los genetistas deberán agregar otro aspecto a considerar en los modelos estadísticos a utilizar en sus programas de evaluación para una determinada población.

Finalmente, es necesario agregar que para reducir en la práctica el efecto perturbador de la interacción genotipo por ambiente sobre la escogencia de los genotipos más adecuados, es recomendable evaluar los animales en diversos ambientes (zonas y años diferentes). En este sentido, los centros genéticos agrupados en cooperativas genéticas, como es el caso del Programa Genético Cooperativo de la Raza Romosinuano de Venezuela (PGCR), que evalúan a los animales en diversos ambientes nacionales, tienen una fortaleza con relación a los que efectúan la evaluación en una sola finca.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Incrementar la producción y productividad en un rebaño bovino involucra un programa sostenido de mejoramiento ambiental y genético. Para hacer eficiente el programa de mejoramiento genético, debe llevarse registro de las operaciones que se realizan en la finca. En la actualidad, el computador constituye

una herramienta valiosa para llevar los controles productivos, pero se hace necesario realizar una evaluación exhaustiva de los datos para poder tomar decisiones sobre bases firmes.

Las metodologías para realizar la evaluación genética de los reproductores han mejorado con el tiempo, introduciéndose refinamientos que permiten realizar estimaciones cada vez más precisas. Estas metodologías genético-estadísticas están a disposición de los técnicos y productores de nuestro país. Su utilización en forma rutinaria permitirá realizar los progresos que facilitarán hacer más eficiente el negocio ganadero.

En esta oportunidad se presentó un aspecto considerado de interés: la posible existencia de interacción genotipo por ambiente para caracteres de importancia económica, que induciría a generar métodos de estimación o modelos de evaluación diferentes a los que tradicionalmente se han estado utilizando. Ésto que se está planteando no implica que los trabajos realizados hasta el presente sean incorrectos. Significa que se podrán realizar mejores y más eficientes estimaciones de mérito genético con los refinamientos propuestos en el establecimiento de los modelos estadísticos, lo que contribuiría a la obtención de una mayor velocidad en el progreso a ser alcanzado con el tiempo.

También conviene puntualizar que los ejemplos utilizados contienen un reducido número de observaciones y que pudiese ser que con grandes volúmenes de datos no se presentarían las dificultades señaladas. En este sentido, es pesimista y se considera que las conclusiones relacionadas con el

comportamiento diferencial de toros padres en ambientes diferentes (fincas) continuará mostrando esta tendencia.

Finalmente, debe señalarse que un plan de mejoramiento genético no constituye un paso aislado dentro de una explotación. Se hace necesario desarrollar programas integrales de mejoramiento, que se inicien con una precisa identificación de los animales, anotación de los eventos productivos que suceden, evaluación sanitaria del rebaño, examen ginecológico y andrológico, eliminación de animales improductivos, creación y división de potreros, introducción de pastos, desarrollo de planes reproductivos y sanitarios permanentes, programa de conservación de pastos, entre otros. Sin estos subprogramas funcionando, el subprograma genético que se ponga en marcha tendrá reducidas o nulas posibilidades de éxito.

Adicional a ello, se requiere atacar los problemas de educación, salud, transporte, vías de comunicación, vivienda, financiamiento, seguridad, organización de los productores, entre otros, para hacer posible que la gente del campo considere como una alternativa apropiada permanecer en él y no recurrir a los traslados a las ciudades para tratar de mejorar su calidad de vida.

LITERATURA CITADA

- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell and S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Clay Center. NE. p 114.
- Falconer, D. S. 1952. The problem of environment and selection. *Am. Nat.*, 86: 293–298.
- Harvey, W. 1987. User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. p 59.
- Mattos, D., J. K. Bertran and I. Misztal. 2000. Investigation of genotype x environment interactios for weaning weighr for Herfords in three countries. *J. Anim. Sci.*, 78: 2121-2126.
- Mederos, A. C. E. 2005. Estudo de interação genótipo x ambiente para peso à desmama em populações da raça Angus do sul do Brasil e do Uruguai e suas implicações na avaliação genética. Internacional Tese (Doutorado em Zootecnia). UNESP. Júlio de Mesquita Filho. Jaboticabal. Brasil.
- Pani, S. N., G. F. Krause and J. F. Lasley. 1971. Genotype x environment interactions in sire evaluation. *Research Bulletin*, nº 983, p 24.
- Silva, L. O. C. 1990. Tendência genética e interação genótipo x ambiente em rebanhos Nelore, criados a pasto no Brasil Central. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. p 113.
- Souza, J. C. 1997. Interação genótipo x ambiente sobre o peso ao desmame de zebuinos da raça Nelore no Brasil. Tese (Doutorado em Genética). UNESP. Campus Botucatu. Faculdade de Ciências Agrárias de Botucatu. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu. p 121.
- Souza, J. C., A. A. Ramos, L. O. C. Silva, K. E. Filho, M. M. Alencar, F. S. Wechsler, C. H. Gadini and L. D. Van Vleck. 1998. Effect of genotype x environment interaction on weaning weight of Nellore calves raised in four different regions of Brazil. L. Piper (ed.). *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. University of New England. Armidale. NSW. Australia. p. 193-196.
- Souza, J. C., C. H. Gadini, L. O. C. Silva, A. A. Ramos, M. M. Alencar, P. B. Ferraz Filho and L.D. Van Vleck. 2003. Estimation of genetic parameters and evaluation of genotype x environment interaction for weaning weight in Nellore cattle. *Arch. Lat. Prod. Anim.*, 11: 94-100.
- Souza, J. C., M. C. Doska, L. O. C. Silva, A. Gondo, A. A. Ramos, C. H. M. Malhado, I. W. Santos, J. A. Freitas, P. B. Ferraz Filho y J. R. B. Sereno. 2008. Interacción genotipo x ambiente sobre el peso al destete de bovinos Nelore en Brasil. *Arch. Zootec.* 57 (218) 171-177.

Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época calurosa

Rubén Barajas Cruz^{1*}, Billy Josue Cervantes Pacheco¹, Marco Antonio Espino García¹
Leopoldo Raúl Flores Aguirre¹, Jorge Aguirre Ortega², Sergio Martínez González²
y Danny Eugenio García³

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Culiacán, Sinaloa, México. Correo electrónico: rubar@uas.uasnet.mx.

²Universidad Autónoma de Nayarit, Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Trujillo, Venezuela.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la sombra dentro del corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época calurosa, se efectuó una prueba de respuesta en corral durante 50 días. Para ello, se utilizaron 60 toretes ($403,35 \pm 2,47$ kg), encastados de Cebú (75% *Bos indicus*) provenientes de un mismo lote con 112 días previos de engorda. En un diseño de bloques completos al azar, en grupos de 5 animales se asignaron a 2 tratamientos: a) Corraletas con piso de tierra de 6 x 12 m (Testigo); o b) Corraletas con piso de tierra (6 x 12 m), provistas de un techo que proporcionó 3 m² de sombra por cabeza (con sombra). La sombra disminuyó ($P = 0,04$) la temperatura del aire ($36,88$ vs $35,95$ °C) y no modificó ($P = 0,23$). El peso final y la ganancia de peso no fueron afectados por los tratamientos ($P > 0,80$). Los animales desprovistos de sombra consumieron 6% más alimento ($P = 0,07$) que los protegidos con sombra (8932 vs 8367 kg/día). La conversión alimenticia fue mejorada ($P = 0,10$) 7,9% por la sombra ($8,247$ vs $7,594$ kg/kg). La sombra incrementó ($P = 0,04$) la ENm y ENg retenida de la dieta en 6,4 y 8,5% respectivamente. La eficiencia en el uso de la ENm (observada/esperada) fue de 0,92 y 0,98 para los tratamientos sin y con sombra, respectivamente. El peso de la canal y el rendimiento no fueron modificados ($P > 0,80$). Se concluye, que el uso de la sombra en el corral de engorda en la época calurosa es necesaria para ayudar a los bovinos a enfrentar el estrés calórico y mitigar sus efectos en la respuesta productiva durante la finalización.

Palabras Clave: sombra, toretes en finalización, desempeño productivo.

Effect of shade in feedlot pen on growth performance of finishing bulls during the hot season

ABSTRACT

With the objective of determine the effect of shade in feedlot pen on growth performance of finishing bulls during the hot season, a 50 days long feedlot trial was performed. Sixty ($403,35 \pm 2,47$ kg) Cebu crossed bull (75% *Bos indicus*) coming from the same lot with 112 previous fattening-days were used. In a complete randomized block design, in groups of five animals were assigned to two treatments: a) Pens without shade (Control); or b) Pens fitted with roof that provides 3 m² of shade by animal (Shade treatment). Shade diminished ($P = 0,04$) air temperature ($36,88$ vs $35,95$ °C) not modifies relative humidity ($P = 0,23$). Ending weight and average daily gain were not affected by treatments ($P > 0,80$). Animals deprived of shade consumed 6% more food ($P = 0,07$) that shade-protected ($8,932$ vs 8367 kg/day). Feed conversion was enhanced ($P = 0,10$) 7,9% by shade ($8,247$ vs $7,594$

kg/kg). Shade increased ($P = 0,04$) the NEM and NEg retained from the diet in 6,4 and 8,5%, respectively. Usage efficiency of NEM (observed/expected) was 0,92 and 0,98 for treatments without and with shade, respectively. Carcass weight and carcass dressing were not modified ($P > 0,80$). It is concluded, that the use of shade in feedlot pen during hot season is necessary to help the bovines to cope heat stress and mitigate its effects on growth performance during the finishing.

Keywords: shade, finishing bulls, growth performance.

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor disminuye la respuesta productiva de los bovinos (Morrison, 1983), incrementa los requerimientos de energía para mantenimiento del ganado en engorda (Ames *et al.*, 1980; NRC, 2000), e incluso altera la expresión de genes del músculo esquelético (Rhoads *et al.*, 2008). Este fenómeno afecta a los bovinos cuando la temperatura del aire se eleva por encima de su zona de termoneutralidad (Beatty *et al.*, 2006; Berman, 2009) y altera la habilidad de los animales para mantener su balance térmico (Brosch *et al.*, 1998). La radiación solar influye grandemente en la carga calórica de los bovinos (Mader *et al.*, 2006).

Se estima que el estrés calórico provoca pérdidas por 370 millones de dólares anuales a la industria de la engorda de bovinos en Estados Unidos de América (St-Pierre *et al.*, 2003), en tanto que en los países latinoamericanos no existe un cálculo al respecto. La colocación de sombras en corral reduce la carga calórica que el animal recibe, y su uso durante el verano en climas calurosos promueve una mejora en la ganancia de peso y conversión alimenticia (Garrett *et al.*, 1960; Mitlohener *et al.*, 2001; Barajas y Felix, 2002). Sin embargo, su utilidad ha sido cuestionada y se afirma que una vez aclimatados los bovinos el beneficio inicial de la sombra desaparece (Mader *et al.*, 1999).

La aclimatación en los bovinos inicia a las 2 semanas y es completado entre las 4 y 6 semanas (Blackshaw y Blackshaw, 1994). No obstante, es escasa la información relacionada con la utilidad de la sombra en el desempeño productivo y la utilización de la energía neta en los bovinos que son finalizados en climas calurosos y lluviosos, como el que prevalece durante el verano en el Noroeste de México.

En este sentido, la presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la sombra en el comportamiento productivo de toretes

finalizados en corral de engorda en la época calurosa en el Noroeste de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

Este experimento se llevó a cabo durante los meses de junio y julio de 2004, en las instalaciones de la Unidad Experimental para Bovinos de Engorda Intensiva en Trópico Seco de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en Culiacán, Sinaloa. Localizada a 24° 51' de latitud Norte y 107° 26' de longitud Oeste, a 57 m.s.n.m. Con una temperatura media anual de 24,8 °C y una precipitación media anual de 689 mm (INEGI, 2009).

Animales y tratamientos

Todos los animales utilizados en esta investigación fueron manejados de acuerdo a los lineamientos de la Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching (Consortium, 1988).

Se utilizaron 60 toretes ($403,35 \pm 2,47$ kg), encastados de Cebú con un componente genético de aproximadamente 75% *Bos indicus* y el resto integrado por *Bos taurus* proveniente de las razas Simmental, Charoláis y Pardo Suizo, en proporciones no determinadas. Los toretes provinieron de un mismo lote con 112 días previos de engorda. La temperatura media y máxima promedio durante los últimos 60 días anteriores al inicio de la prueba fueron de 25,35°C y 34,70 °C, respectivamente (CNA, 2009).

Los animales fueron pesados y de acuerdo a su peso fueron agrupados en 2 bloques de 30 toretes, dentro de cada bloque, en grupos de 5 animales se asignaron de manera aleatoria a 1 de 2 tipos de alojamiento en que consistieron los tratamientos: a) Corraletas con piso de tierra (6 x 12 m), equipadas con 2,4 m de comedero

lineal de concreto y 0,55 m de bebedero automático, desprovistas de sombra (Testigo); o b) Corraletas con piso de tierra (6 x 12 m), equipadas con 2,4 m de comedero lineal de concreto y 0,55 m de bebedero automático, provistas de un techo central de lamina metálica colocado a 3,6 m de altura y direccionado de Oriente a Poniente, que proporcionó el equivalente a 3 m² de sombra por cabeza (con sombra).

Procedimiento experimental

Los animales fueron pesados los días 1 y 50 en que concluyó el experimento, al peso en báscula se le descontó un 4% considerado como el equivalente al contenido del tracto digestivo (NRC, 1984). Los toretes fueron alimentados con una dieta de finalización que contuvo 13,56% de PC, ENm 2,035 Mcal/kg y ENg 1,372 Mcal/kg, la composición de la dieta se presenta en el Cuadro 1.

El alimento fue servido 2 veces diarias (800 y 1.600g) en condiciones de libre acceso (105% del

consumo del día anterior). El peso del alimento ofrecido se efectuó utilizando una báscula digital integrada al equipo mezclador repartidor (Tormex^{MR} 750). El alimento ofrecido se midió diariamente y el alimento rechazado se retiró antes de la servida matutina (800g) y se pesó. Muestra de alimentos y rechazos fueron secadas en estufa de aire forzado (110 °C hasta peso constante; AOAC; 1995) para determinar el contenido de materia seca. El consumo de materia seca se consideró igual al ofrecido, menos el rechazo semanal acumulado.

Para la estimación de la energía neta, al peso de los toretes en la báscula, se le descontó un 4% como llenado del tracto digestivo (NRC, 1984). La energía retenida (ER; mega calorías) fue derivada de las mediciones del peso corporal (PV; kg) y de la ganancia diaria de peso (GDP; kg/día) de acuerdo con la ecuación: Toretos ER = (0,0562 PV⁷⁵) GDP^{1,097} (NRC, 1984).

Cuadro 1. Composición de la dieta utilizada en el experimento.

Ingredientes	Kilogramos por Tonelada En base natural
Rastrojo de maíz	13,10
Maíz molido	63,00
Pasta de canola	8,06
Harina de carne de cerdo	2,02
Melaza de caña	7,14
Sebo	3,88
Ganamin Total ¹	2,80
Total	100%
Análisis calculado ² (en base seca)	
Proteína cruda, %	13,56
Energía neta, Mcal/kg	
Mantenimiento	2,035
Ganancia	1,372

¹Ganamin Total, premezcla vitamínica y mineral (Técnica Mineral Pecuaria, S.A. de C.V., Guadalajara, Jalisco, México).

²Calculado partir de valores publicados (NRC, 2000).

El contenido de energía neta para mantenimiento y ganancia fue calculado asumiendo un incremento de la producción de calor de combustión constante (MQ) de 0,077 PV⁷⁵ Mcal/día (Lofgreen y Garrett, 1968).

A partir de las estimaciones de ER y MQ, los valores de EN_m y EN_g de la dieta fueron obtenidos por un proceso iterativo (Zinn, 1987), fijando una EN_g = (877 EN_m) - 41 (NRC, 1984). Los valores de EN obtenidos fueron divididos entre los valores esperados de EN, para determinar el impacto del estrés calórico en el uso de la energía por parte de los toretes.

Los datos de la temperatura del aire y lluvia acumulada durante el período fueron tomados de la estación meteorológica más cercana (CNA, 2009). Adicionalmente, se midió diariamente la temperatura y humedad relativa del aire en los corrales con el uso de un termohigrometro portátil (HI 8314; Hanna Instruments), cuyo bulbo sensor se colocó a una altura de 1 m sobre el nivel del piso, considerada como equivalente al centro de la masa corporal del bovino (Mader *et al.*, 1999); la medición se efectuó diariamente en 2 corrales, 1 con sombra y el otro sin sombra en un mismo día; los corrales se cambiaron diariamente, en un programa rotatorio que cada 3 días permitió tener los valores de los 6 corrales incluidos en cada tratamiento, este manejo se llevó a cabo para poder hacer la medición diaria en un lapso menor a 10 minutos entre las 13:55 y 14:05 h.

Una vez completados los 50 días de finalización en la engorda, los toretes fueron sacrificados en un rastro sujeto a la supervisión de la sanitaria del Gobierno del Municipio de Culiacán, Sinaloa. El peso de la canal caliente fue obtenido y se calculó el rendimiento en canal como porcentaje del peso final.

Análisis Estadístico.

Los resultados fueron analizados como un experimento en bloques completos al azar (Hicks, 1973), cada corraleta (promedio de 6 toretes) constituyó la unidad experimental. Los cálculos estadísticos se efectuaron con el módulo de ANOVA/COV del procedimiento GLM del programa Statistix 8 (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de efecto de la sombra dentro del corral sobre la respuesta productiva se presentan en el Cuadro 2.

La sombra dentro del corral disminuyó (P = 0,04), la temperatura del aire (36,88 vs 35,95°C), en tanto que no modificó (P = 0,23), la humedad relativa (42,70 vs 44,98%). Temperaturas superiores a los 30°C limitan la disipación de calor por convección y valores de humedad relativa cercanos a 50% restringen el enfriamiento evaporativo, colocando a los bovinos fuera de su zona de confort térmico (Berman, 2009). La disminución en la temperatura del aire por efecto de la sombra ha sido observada en trabajos previos (Spain y Spiers, 1996; Brosh *et al.*, 1998; Mader *et al.*, 1999).

La temperatura promedio durante el experimento fue de 29,55°C; la temperatura máxima promedio fue 36,65°C, bastante cercana a la medida a las 14:00 h en los corrales de prueba; y la temperatura mínima promedio fue de 22,45°C. La lluvia acumulada durante la prueba fue de 235 mm (CNA, 2009). La temperatura promedio a que estuvieron sometidos los animales esta por encima de los 25°C límite superior de su zona de termoneutralidad (NRC, 1984). Adicionalmente, Hahn (1999) con base en estudios de frecuencia respiratoria sugiere 21°C como el umbral para el estrés calórico en los bovinos y la temperatura mínima promedio fue superior, por lo que se puede considerar que los bovinos de esta prueba estuvieron permanentemente bajo condiciones de estrés calórico.

El peso final no fue modificado (P = 0,86) por los tratamientos. La GDP no se alteró (P = 0,46) por el uso de sombras. La GDP está directamente relacionada con el consumo diario de energía neta para ganancia (McMeniman *et al.*, 2009); en el presente experimento el consumo diario de EN_g retenida de la dieta fue similar (P > 0,10) en los 2 tratamientos, con valores de 10,52 Mcal de EN_g/día para los animales alojados en corrales sin sombra [(8,932 kg de MS/día) x (1,178 Mcal de EN_g/kg de MS) = 10,52], y un consumo de 10,69 Mcal de EN_g / día, en los animales alojados en corrales con sombra [(8,367 kg de MS/día) x (1,278 Mcal de EN_g/kg de MS) = 10,69].

El consumo de MS fue 6% mayor (P = 0,07) en los animales desprovistos de sombra (8,932 vs 8,367 kg/día). Estos valores equivalen a consumos superiores en 8% y 1% para los tratamientos sin sombra y con sombra, respectivamente, en relación a lo esperado con base en el contenido energético de la dieta y el peso de los toretes (NRC, 2000).

Cuadro 2. Efecto de la sombra en corral de engorda sobre la respuesta productiva de toretes en finalización en la época caliente.

Variables	Tratamientos		EEM ¹	Valor de P
	Sin sombra	Con sombra		
Condiciones ambientales (14:00 h)				
Temperatura, °C	36,88	35,95	0,44	0,04
Humedad Relativa, %	4270	44,98	1,9	0,23
Animales	30	30		
Corraletas, n	6	6		
Días en prueba	50	50		
Peso inicial, kg	403,33	403,38	2,47	0,94
Peso final, kg	457,83	458,78	3,11	0,86
GDP, kg/día	1,090	1,108	0,05	0,46
Consumo de Materia Seca				
kg/día	8,932 a	8,367 b	0,27	0,07
Observado/esperado	1,08	1,01		
Consumo/ganancia	8,247 a	7,594 b	0,36	0,10
EN de la dieta, Mcal/kg				
ENm	1,810 b	1,925 a	0,05	0,04
ENg	1,178 b	1,278 a	0,04	0,04
EN Observada/esperada				
ENm	0,92 b	0,98 a	0,02	0,04
ENg	0,89 b	0,97 a	0,01	0,04
Canal caliente				
Peso, kg	281,38	282,06	5,84	0,87
Rendimiento, %	61,46	61,48	0,53	0,97

¹ Error estándar de las medias.

a, b Literales distintas en un mismo renglón indican diferencia estadística al nivel de alfa indicado en la columna correspondiente al valor de P.

Estos resultados fueron inesperados, partiendo de la idea que al aumentar la temperatura los bovinos disminuyen su consumo de acuerdo a los resultados de Morrison (1983) al someter a novillos Holstein a incrementos de 17°C a 38°C; así como a la disminución en el consumo de alimento mostrada por novillos Angus y Romosinuano 3 días después del inicio del estrés calórico (Scharf *et al.*, 2010); y a los hallazgos de Mitlohener *et al.* (2001), quienes

observaron un mayor consumo en vaquillas alojadas en corrales con sombra en comparación a las que estuvieron desprovistas de ellas. Aunque existen trabajos donde no se ha encontrado evidencia que la sombra modifique el consumo de alimento (Brosh *et al.*, 1998; Mader *et al.*, 1999).

Al respecto, Mader (2003) publicó un estudio sumario con datos de respuesta productiva de bovinos en Nebraska durante 3 años continuos y

el consumo de MS en kg/día es mayor en verano que durante la primavera y el otoño, en el mismo estudio los datos transformados a porcentaje del PV no mostraron diferencia estadística. Barajas y Felix (2002), en una prueba con becerros al inicio de la engorda desarrollada bajo clima caluroso y húmedo, encontraron que los animales alojados en corrales sin sombra consumieron 5% más de MS que los que tuvieron acceso a sombra, resultado que coincide con el 6% encontrado en la presente investigación.

No existe una explicación clara para este fenómeno, sin embargo es posible que el aumento en el consumo sea una manifestación poco común de respuesta al estrés por parte de los bovinos. Al respecto, Garrett *et al.* (1962) condujeron durante 3 años continuos experimentos comparando el efecto de proporcionar 8,4, 12,6 o 18,6 m² de espacio vital por animal dentro del corral de engorda, en la respuesta productiva de novillos los tratamientos no afectaron la ganancia de peso, ni la eficiencia alimenticia, pero encontraron un aumento significativo en el consumo de alimento de los novillos confinados en 8,4 m² por cabeza en relación a los otros 2 tratamientos.

Recientemente, se ha establecido que en varias especies, el estrés calórico induce una disminución en la irrigación intestinal, daño a la barrera intestinal, inflamación y reducción en la capacidad del intestino para absorber nutrimentos (Lambert, 2009; Liu *et al.*, 2009); si el consumo de alimento de los bovinos en finalización esta en relación cuadrática con la concentración de energía neta para mantenimiento en la dieta (McMeniman *et al.*, 2009), una reducción en la absorción de los nutrimentos de la dieta debido al estrés calórico, puede contribuir a un incremento del consumo como un mecanismo para intentar estabilizar el consumo diario de energía por el bovino.

Es así, como la conjunción de estos dos factores, consumo y digestibilidad permiten explicar la diferencia en respuesta productiva observada entre los animales alojados en corrales provistos de sombra o carentes de ella, aceptando que la productividad del ganado es determinada en buena medida por el consumo de alimento y la eficiencia en la digestión, y el metabolismo (McMeniman *et al.*, 2009).

Estos resultados muestran que el conocimiento de los mecanismos que regulan el consumo de alimento en los bovinos sujetos a estrés es aun incompleto. Un mejor entendimiento de la regulación metabólica del

consumo de alimento podría permitir la formulación de dietas que contribuyan a mejorar la salud y productividad de los rumiantes (Allen *et al.*, 2009) La conversión alimenticia fue mejorada ($P = 0,10$) en 7,9% con el uso de sombra. Este resultado es acorde con la mejora de entre el 6% y el 16% observada por el uso de sombras en otros experimentos (Garrett *et al.*, 1960; Mitlohener *et al.*, 2001; Barajas y Felix, 2002).

La mejora ($P = 0,04$) en 6% la energía neta para mantenimiento retenida de la dieta y en 8% la energía neta para ganancia observada en los toretes alojados en corrales con sombra, con relación a los alojados en corrales sin sombra están en concordancia con lo encontrado en vaquillas por Mitlohener *et al.* (2001). Un aumento en la energía retenida en forma de tejido corporal implica una menor pérdida de la energía de la dieta en forma de calor (NRC, 2000).

El valor de 0,92 de la ENm observada/esperada, indica que los animales desprovistos de sombra, tuvieron que destinar un 8% extra de la ENm para disipar el exceso de calor al medio circundante; en tanto que los toretes alojados en corrales con sombra, a pesar de recibir una menor carga de energía radiante del sol, gastaron un 2% extra de ENm para intentar lograr la homeostasis (ENm observada/esperada = 0,98).

Los resultados de este experimento confirman que el mayor impacto del estrés calórico se manifiesta por un aumento en las necesidades de energía neta para mantenimiento (Ames *et al.*, 1980; NRC, 2000), incluso en los bovinos con componente genético *Bos indicus* a pesar de estar mejor adaptados a los climas calurosos y húmedos, su productividad es afectada por el estrés calórico continuo (Carvalho *et al.*, 1995; Beatty *et al.*, 2006). El resultado de la presente investigación, sugiere que el uso de sombra en el corral de engorda ofrece ventajas a los bovinos encastados de Cebú para enfrentar al estrés calórico en los climas calurosos y húmedos, disminuye el gasto extra de energía para disipar calor y mejora su respuesta productiva, que se manifiesta en una mejora en la conversión alimenticia y en la retención de la energía proveniente de la dieta.

CONCLUSIÓN

Los resultados de la presente investigación sugieren, que el uso de la sombra en el corral de engorda, en las regiones con clima caluroso y

húmedo, es necesaria para ayudar a los bovinos a enfrentar el estrés calórico y mitigar sus efectos en la respuesta productiva durante la finalización. Confirman el impacto del estrés por calor en las necesidades de energía neta para mantenimiento. La inesperada elevación en el consumo de alimento de los toretes desprovistos de sombra, hacen evidente el conocimiento insuficiente de los mecanismos que controlan el consumo en los bovinos sujetos a estrés en condiciones de clima caluroso y húmedo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a “Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V” y a su propietario el Ing. Regulo Terraza Romero por facilitar los animales y el alimento para llevar a cabo la investigación, de igual manera se agradece a Fundación Produce Sinaloa, A.C. y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa, A.C. por el financiamiento parcial para realizar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Allen, M.S., B.J. Bradford and M. Oba. 2009. The hepatic oxidation theory of control of feed intake and its application to ruminants. *J. Anim. Sci.* 87 (10):3317-3334.
- Ames, D. R., D. R. Brink and C.L. Willms. 1980. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *J. Anim. Sci.* 50 (1):1-6.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC. pp. 245-317.
- Barajas, R. and J.A. Felix. 2002. Effect of shade in feedlot pen on growth performance of Brahman bull calves during heat raining season under Mexican dry tropic environment. *J. Anim. Sci.* Vol. 80 (Suppl. 1):229.
- Beatty, D.T., A. Barenes, E. Taylor, D. Pethick, M. McCarthy and S.K. Maloney. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *J. Anim. Sci.* 84 (4):972-985.
- Berman, A. 2009. Predicted limits for evaporative cooling in heat stress relief of cattle in warm conditions. *J. Anim. Sci.* 87 (9):3413-3417.
- Blackshaw, J. K. and A. W. Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and effect of shade on production and behavior. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34 (1): 285 –295.
- Brosh, A., Y. Ayharoni, A. A. Degen, D. Wright and B. A. Young. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. *J. Anim. Sci.* 76 (10):2671–2677.
- Carvalho, F. A., M. A. Lammoglia, M. J. Simoes and R. D. Randel. 1995. Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. *J. Anim. Sci.* 73 (12): 3570–3575.
- CNA. 2009. Comisión Nacional del Agua. Available in: <http://smn.cna.gob.mx/>
- Consortium. 1988. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Consortium for Developing a Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching, Champaign, IL. p. 169.
- Garret, W. N., C. F. Kelly and T. E. Bond. 1962. Total and shaded space allotment for beef feedlots as affected by ration in a high temperature environment. *J. Anim. Sci.* 21 (4):794-797.
- Garrett, W. N., T. E. Bond and C. F. Kelly. 1960. Effect of air velocity on gains and physiological adjustments of Hereford steers in a high temperature environment. *J. Anim. Sci.* 19 (1): 60-66.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat load. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 2):10-20
- Hicks, C. R. 1973. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Holt, Rinehart and Wiston, New York. p. 349.
- INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Available in: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/sin/temper-tot-ens.cfm?c=212&e=25&CFID>

- Lambert, G. P. 2009. Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and inflammatory effects. *J. Anim. Sci.* 87 (E. Suppl.): E101-E108.
- Liu, F., J. Yin, M. Du, P. Yan, J. Xu, X. Zhu and J. Yu. 2009. Heat-stress-induced damage to porcine small intestine epithelium associated with downregulation of epithelial growth factor signaling. *J. Anim. Sci.* 87 (6):1941-1949.
- Lofgreen, G. P. and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27(3):793-806.
- Mader, T. L., J. M. Dahlquist, G. L. Hahn and J. B. Gaughan. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 77 (8):2065-2072.
- Mader, T. L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* Vol. 81 (Suppl. 2):E110-E119.
- Mader, T. L., M. S. Davis and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 84 (3):712-719.
- McMeniman, J. P., P. J. Defoor and M. Galyean. 2009. Evaluation of the National Research Council (1996) dry matter intake prediction equations and relationships between intake and performance by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 87 (3):1138-1146.
- Mitlohener, F. M., J. L. Morrow, J. W. Dailey, S. C. Wilson M. L. Galyean, M. F. Miller and J. J. McGlone. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance and carcass traits of heat stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79 (9):2327-2335.
- Morrison, S. R. 1983. Ruminant heat stress: effect on production and means of alleviation. *J. Anim. Sci.* 57 (6): 1594–1600.
- NRC. 1984. *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* (6th Ed.) National Academy Press, Washington, D.C. p. 90.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle. Update 2000* (7th Revised Ed.) National Academy Press, Washington, D.C. p. 232.
- Rhoads, R., M. D. O'Brien, K. Greer, L. Cole, S. Sanders, J. B. Wheelock and L.H. Baumgard. 2008. Consequences of heat stress on the profile of skeletal muscle gene expression in beef cattle. *The FASEB* 22 (1):1165 (Abstract).
- Scharf, B., J. A. Carroll, D. G. Riley, C. C. Chase, Jr., S.W. Coleman, D.H. Keisler, R.L. Weaber and D.E. Spiers. 2010. Evaluation of physiological and blood serum differences in heat tolerant (Romosinuano) and heat susceptible (Angus) *Bos taurus* cattle during controlled heat challenge. *J. Anim. Sci.* Published on line Feb 26, 2010; <http://jas.fass.org>
- Spain, J. N. and D. E. Spiers. 1996. Effect of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment. *J. Dairy Sci.* 79 (4):639-645.
- Statistix. 2003. *Statistix User's Manual, Release 8.0.* Analytical Software, Tallahassee, FL.
- St-Pierre, N. R., B. Cobanov and G. Schmitkey. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sci.* (E. Suppl):E52-E77.
- Zinn, R. A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65 (1):256-266.

Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798), bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras

Dulce Semidey¹, Adrian Marquez^{1,2} y César Lodeiros^{1,2,3*}

¹Universidad de Oriente (UDO), Grupo de Investigación en Biología de Moluscos, Cumaná 6101, Venezuela.

*Correo electrónico: cesarlodeirossejjo@yahoo.es.

²Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre, Cumaná 6101, Venezuela.

³UDO, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia de juveniles de la madre perla *P. imbricata* mantenidas durante seis meses en cuerdas y cestas perleras suspendidas de un *long line* (Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela). Se sembraron semillas de 15 mm y se determinó mensualmente la supervivencia, así como la longitud de la concha y masas del músculo, resto de tejido y biso. La variación en la salinidad, temperatura, clorofila *a*, seston, oxígeno disuelto y *fouling* en la concha se determinó cada 15 días. Las ostras en seis meses alcanzaron tallas de longitud dorso-ventral cercanas a los 50 mm. El patrón de crecimiento en longitud de la concha fue similar para ambos sistemas de cultivo; no obstante, al final del experimento, las ostras de las cuerdas alcanzaron valores del biso mayores, y las de las cestas en el largo de la concha. No existieron diferencias significativas en el peso de los tejidos. La supervivencia mostró un patrón similar en ambos sistemas de cultivo, aunque una notable disminución ocurrió en las cestas para enero asociado a la incidencia del gastrópodo *Cymatium* sp. La biomasa fitoplanctónica estuvo relacionada positivamente con el crecimiento de *P. imbricata*, mostrando ser un factor importante en la modulación del crecimiento. Los resultados obtenidos sugieren la factibilidad de la utilización de cuerdas para el cultivo de *P. imbricata*.

Palabras clave: cultivo de bivalvos, Caribe, *Cymatium*, ostra perlera.

Growth and survival of the Atlantic pearl oyster *Pinctada imbricata* Röding 1798, under suspended culture conditions using hanging ropes and pearl nets

ABSTRACT

Growth and survival of juvenile pearl mother *Pinctada imbricata* was evaluated through six months of culture in suspended hanging ropes and pearl nets using a longline in Turpialito Bay, Cariaco Gulf, Venezuela. Pearl oyster seeds 15 mm long were cultured, evaluating survival, shell length, muscle, rest of the body and byssus mass monthly. Variations of salinity, temperature, chlorophyll *a*, seston, solved oxygen and shell fouling, were determined every two weeks. After six months, the oyster reached dorso-ventral length close to 50 mm. Shell growth pattern was similar for both types of culture, although byssus mass was higher in hanging ropes, while shell length was greater in pearl nets. No significant differences were found in body mass. Survival showed similar patterns in both culture systems, although a decrease in numbers occurred in January for the oysters in pearl nets, associated to the presence of the gastropod *Cymatium* sp. The phytoplanktonic biomass was positively

correlated to growth in *P. imbricata*, showing to be an important factor in growth modulation. The results suggest the use of the rope system for the culture of *P. imbricata*.

Keywords: bivalve culture, Caribbean, *Cymatium*, pearl Oyster.

INTRODUCCIÓN

En la zona nororiental de Venezuela se ha prestado particular atención al cultivo de varias especies de moluscos bivalvos, tales como el mejillón marrón *Perna perna*, la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* y la ostra americana *Crassostrea virginica*, las cuales han sido objeto de cultivo comercial, así como otras especies con las cuales se han desarrollado cultivos experimentales como los pectínidos *Euvola (Pecten) ziczac*, *Nodipecten (Lyropecten) nodosus* y *Argopecten nucleus*, el mejillón verde *Perna viridis*, el hacha o rompechinchorro *Pinna carnea* y las ostras perleras *Pteria colymbus* y *Pinctada imbricata* (Lodeiros y Freites, 2008).

El cultivo de *P. imbricata* ofrece un interés dual de producción, dirigido ya sea para el consumo o para la producción de perlas. *P. imbricata* pertenecientes al orden Pteroida, familia Pteriidae; presenta una concha redondeada, frágil, nacarada en el interior y en su exterior colores que varían desde marrón, y amarillo hasta el verde. Se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte hasta Brasil (Lodeiros *et al.*, 1999). En Venezuela habita principalmente en la zona costera nororiental, donde se desarrolla una actividad socioeconómica relevante, debido a la extracción artesanal para comercializar la pulpa y no para la extracción de perlas, como se hacía en la época de la colonia (León *et al.*, 1987; Mackenzie *et al.*, 2003).

En Venezuela, se han realizado trabajos sobre la reproducción de *P. imbricata* (Ruffini, 1984; León, 1986), condujeron a establecer que la especie posee una reproducción con actividad a lo largo de todo el año, lo cual permitiría un continuo reclutamiento de juveniles para ser utilizados como semilla para los cultivos (Jiménez *et al.*, 2000). Por otro lado, Lodeiros *et al.* (2002), estudiaron el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata* demostrando que posee un mejor crecimiento y supervivencia en condiciones de cultivo suspendido en comparación con el de fondo. Estos resultados han mostrado una gran factibilidad del cultivo de *P. imbricata* en condiciones de cultivo suspendido.

Algunos países han desarrollado el cultivo de moluscos bivalvos aplicando las técnicas clásicas japonesas, basadas en la captación de las postlarvas en el medio ambiente marino y utilizando diferentes elementos de cultivo como las cestas perleras *pearl nets* (Ventilla, 1982). No obstante, la adquisición y/o construcción de cestas supone elevados costos de inversión, lo cual conduce a realizar esfuerzos para innovar con otros elementos de cultivo. Hasta el presente, los estudios realizados para determinar la factibilidad del cultivo de *P. imbricata* han utilizado, cestas y bolsas de malla plástica y *pocket nets* o red de bolsillo (Urban, 2000; Lodeiros, 2002; Velasco y Barros, 2010); sin embargo, se estima que *P. imbricata*, por segregar biso, de forma similar a los mitílicos, pueda adaptarse al sistema de cultivo en cuerdas, como los usados en el cultivo para mejillones, lo cual indudablemente disminuiría los costos de producción con una mayor rentabilidad.

El presente trabajo, estudia el crecimiento y la supervivencia de *P. imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido confinadas en cuerdas y cestas perleras (*pearl nets*). Dada la importancia de la influencia de los factores ambientales en los organismos bajo cultivo en la zona (Lodeiros y Freites, 2008), en el presente estudio se determinan una serie de factores ambientales y su asociación con el crecimiento y la supervivencia de las ostras bajo cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la costa aledaña a la Estación Hidrobiológica de Turpialito del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente (EHT-IOV-UDO), ubicada en el Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (10° 26' 56" N 64° 02' 00" O).

Las "semillas" o juveniles de *P. imbricata* fueron colectadas de forma manual de estructuras de cultivo de peces en la estación marina Fernando Cervigón de la Universidad de Oriente ubicada en la Isla de Cubagua, estado Nueva Esparta y transportadas en

contenedores isotérmicos a la EHT-IOV-UDO, donde se aclimataron durante una semana, manteniéndolas en cestas perleras (*pearl nets*) suspendidas de un *long line* a la profundidad de 4m. Luego de la aclimatación, las semillas se seleccionaron por talla para obtener un grupo homogéneo ($14,7 \pm 2,99$ mm).

Las juveniles se sembraron en 18 cuerdas de media pulgada y 18 cestas perleras, con la finalidad de extraer 3 réplicas mensuales, durante un período de 6 meses (octubre de 2007 hasta abril de 2008). En cada cuerda y cesta se sembraron 10 semillas. La siembra en las cuerdas se realizó en un espacio de 15 cm de largo utilizando una malla biodegradable, diseñada para la siembra de mejillones. Esta malla permite, en los primeros días, sostener las semillas en la cuerda, mientras ellas segregan biso para adherirse, después de un tiempo aproximado de 10-15 días, la malla se degrada y los organismos quedan fijos a la cuerda. Aunque, la siembra inicial es diferente en relación a su área en los sistemas, el efecto de la densidad de siembra es minimizado por el comportamiento gregario de la especie.

El crecimiento y la supervivencia de los organismos se estimaron con una periodicidad mensual, colectándose tres réplicas de cada uno de los sistemas de cultivo. El crecimiento se determinó en todos los organismos colectados midiendo la longitud del bivalvo en su eje antero-posterior máximo con un vernier digital (Mytutoyo; 0,01 mm de apreciación). Aparte de ello, se determinó la biomasa seca, disecando cada concha para obtener el músculo, restos de tejido y biso, luego de someterlos a un tratamiento de deshidratación (60-70 °C/72 h) para ser pesados en una balanza analítica (0,0001g de precisión). La supervivencia se estimó mensualmente mediante el recuento de los ejemplares vivos en cada réplica de los elementos de cultivos.

Para estimar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y la supervivencia, se registraron variables relacionadas con la modulación fisiológica del crecimiento en moluscos bivalvos (Lodeiros y Himmelman, 2000). La temperatura se determinó cada 30 min utilizando un termógrafo electrónico Minilog-Vemco instalado en el lugar de experimentación, mientras que la concentración de oxígeno disuelto, la salinidad y la disponibilidad de alimento fueron determinados quincenalmente a través de la toma de muestras de agua por triplicado

en el sitio de cultivo, con una botella Niskin de 2 l de capacidad. Submuestras de agua fueron utilizadas para determinar el oxígeno por el método de Winkler según recomendaciones de Strickland y Parsons (1972) y la salinidad a través de un refractómetro manual. El resto del agua fue filtrada a través de un tamiz de 153 μ m para eliminar el macroplankton y depositada en contenedores oscuros para ser trasladados al laboratorio de Acuicultura del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente, donde se filtró (muestras de 1 l) a través de filtros Whatman GFF (0,7 μ m de tamaño de poro) usando un equipo de filtración Millipore. La disponibilidad de alimento se estimó mediante la determinación del seston y sus componentes (biomasa fitoplanctónica, seston total, orgánico e inorgánico). La biomasa fitoplanctónica se estimó mediante la determinación de la concentración de la clorofila *a*, determinada por métodos colorimétricos. El seston y sus fracciones orgánicas e inorgánicas se determinaron por métodos gravimétricos, siguiendo recomendaciones en Strickland y Parsons (1972).

El *fouling*, o material y organismos epibiontes sobre la concha del bivalvo, se estimó como otro factor biótico ambiental. Este material fue extraído de la concha para determinar su masa seca mediante un tratamiento de deshidratación a 60-70 °C por 48 h. De igual manera, la incidencia de depredadores se consideró como otro factor ambiental, por lo que se estimó la incidencia mensual del gasterópodo *Cymatium* sp. en ambos sistemas de cultivo.

Análisis estadísticos

Para comparar el crecimiento de *P. imbricata* en ambos sistemas de cultivo a cada uno de los parámetros de crecimiento se les aplicó un análisis de varianza doble (ANOVA II), tomando como factores el tiempo (meses) y los sistemas de cultivo (cestas perleras y cuerdas). A los factores que mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) se les aplicó un análisis *a posteriori* de Duncan ($P = 0,05$). Previa utilización de los estadísticos paramétricos antes mencionados, se determinó la normalidad y homogeneidad de varianzas en función de cumplir los supuestos para la utilización de dichos estadísticos. Todas estas pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones en Zar (1984).

Para estimar la condición de los organismos en las diferentes tratamientos se realizaron regresiones entre la longitud de la concha y la masa de los compartimientos (músculo, tejido y biso) utilizando todos los organismos. Las pendientes de cada una de las regresiones fueron contrastadas para cada uno de los tratamientos de un parámetro, a través de las comparaciones de pendientes, siguiendo las recomendaciones en Zar (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El patrón de crecimiento estuvo caracterizado por tasas elevadas en los primeros meses (para las cestas hasta mediados de diciembre 2007 y para cuerdas hasta mediados de enero 2008), seguido de un estancamiento continuo hasta el final del experimento en los organismos de las cuerdas, y una longitud de la concha mayor para los organismos de las cestas (Figura 1). Al final del estudio la longitud alcanzada fue significativamente mayor ($P < 0,05$) para los organismos de las cestas ($49,4 \pm 3,85$ mm) y ($41,76 \pm 3,08$ mm) para las cuerdas.

El patrón de crecimiento del músculo en los organismos cultivados para ambos sistemas se muestra en la Figura 2a, alcanzando al final del experimento $0,23 \pm 0,07$ g para las cestas y $0,20 \pm 0,07$ g para las cuerdas, sin diferencias significativas ($P > 0,05$).

El resto de tejidos de los organismos cultivados en las cuerdas muestra un crecimiento abrupto de diciembre 2007 a enero 2008 con un período de crecimiento nulo entre enero y marzo, para luego presentar una disminución al final del estudio; en contraste, los organismos en las cestas mantuvieron un crecimiento continuo en sus tejidos (Figura 2b). Los organismos en cestas alcanzaron valores mayores ($0,39 \pm 0,109$ g) a los de las cuerdas ($0,29 \pm 0,09$ g); sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$).

La masa del biso fue similar durante todo el período experimental para ambos sistemas (Figura 3), excepto en el último mes, cuando los organismos de las cuerdas obtuvieron significativamente ($P < 0,05$) más del doble de la masa obtenida por los organismos de las cestas ($0,07 \pm 0,02$ y $0,02 \pm 0,01$ g, respectivamente).

Relaciones longitud de la concha y masa de tejidos y biso

A pesar de las diferencias encontradas al final del estudio, la relación de la longitud de la concha con respecto a las masas secas del músculo, resto de tejidos y el biso, fueron diferentes, mostrando significativamente ($P < 0,05$) mayores pendientes en las relaciones de los organismos cultivados en cuerdas (Figura 4).

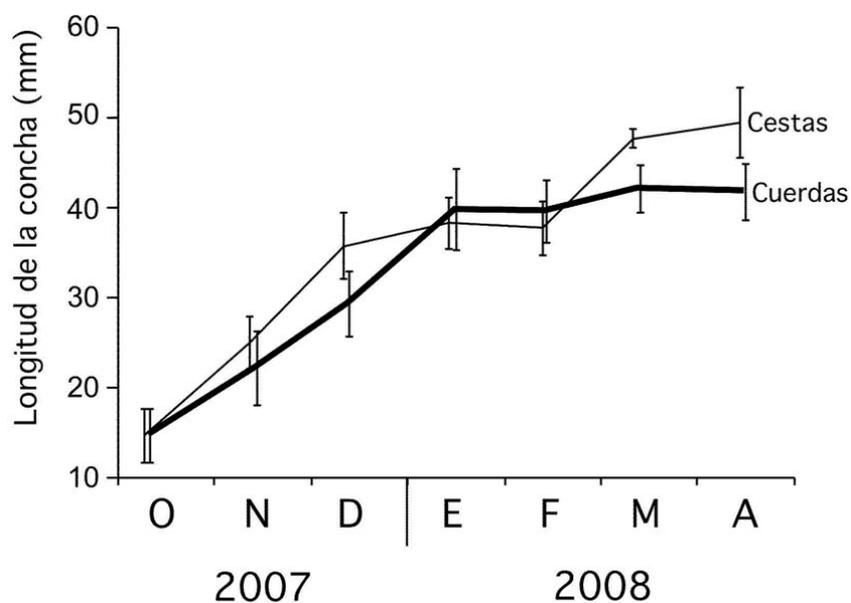


Figura 1. Crecimiento en longitud de la concha de *Pinctada imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas perleras, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

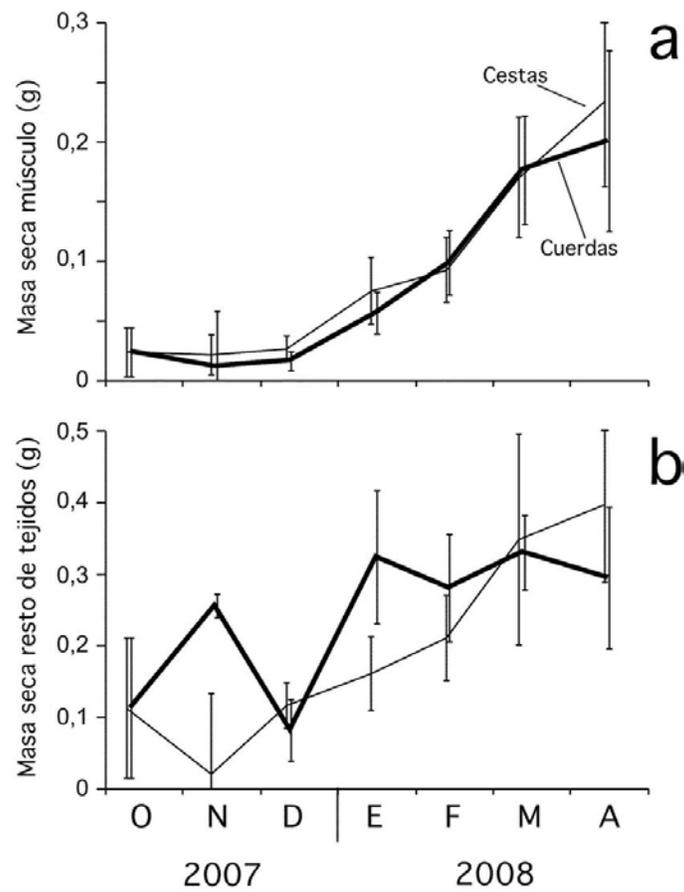


Figura 2. Variación de la masa seca del músculo (a) y el resto de tejido (b) de *Pinctada imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas perleras en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

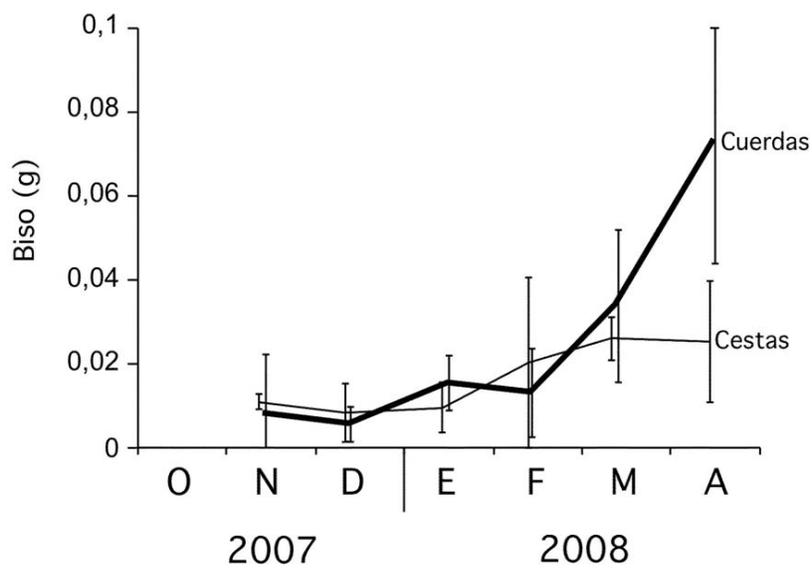


Figura 3. Crecimiento del biso de *Pinctada imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas perleras, en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

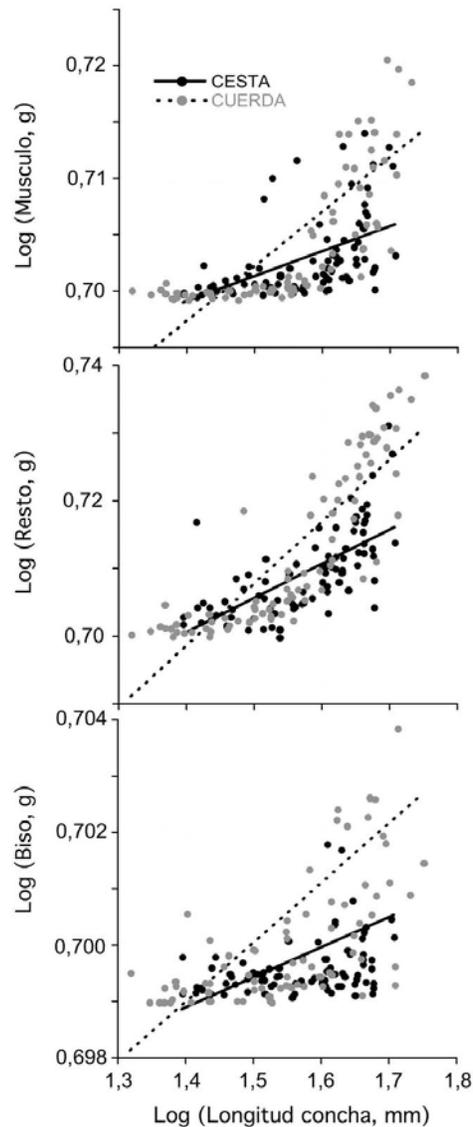


Figura 4. Relación logarítmica de la longitud con el músculo, resto de tejidos y biso de *Pinctada imbricata* cultivada en cestas y cuerdas.

Supervivencia e incidencia de *Cymatium* sp.

Los organismos en cuerdas se mantuvieron entre 70-80% de supervivencia durante todo el período de estudio; mientras que en el sistema cestas hubo mortalidades notables, particularmente durante mediados de diciembre 2007, enero de 2008 y mediados de febrero y marzo 2008 (Figura 5a). Al final del estudio se alcanzó un promedio de 57% de supervivencia para los ejemplares en cestas y 78% para los de cuerdas. En la Figura 5b, se observa la cuantificación del número de *Cymatium* sp. encontrados en ambos sistemas de cultivo donde, en

el mes de enero se encontró en el sistema de cestas la mayor cantidad de este gasterópodo.

Factores ambientales

La temperatura durante los dos primeros meses de muestreo (octubre y noviembre 2007) fue alta: 28,4-28,2 °C (Figura 6a), para luego disminuir paulatinamente hasta mediados del mes de mayo y abril de 2008, cuando se registraron las temperaturas mínimas 22,4-23,8 °C. En cuanto la concentración de oxígeno (Figura 6b), los valores no presentaron fluctuaciones periódicas notables y se mantuvieron sobre los 4 mg/l.

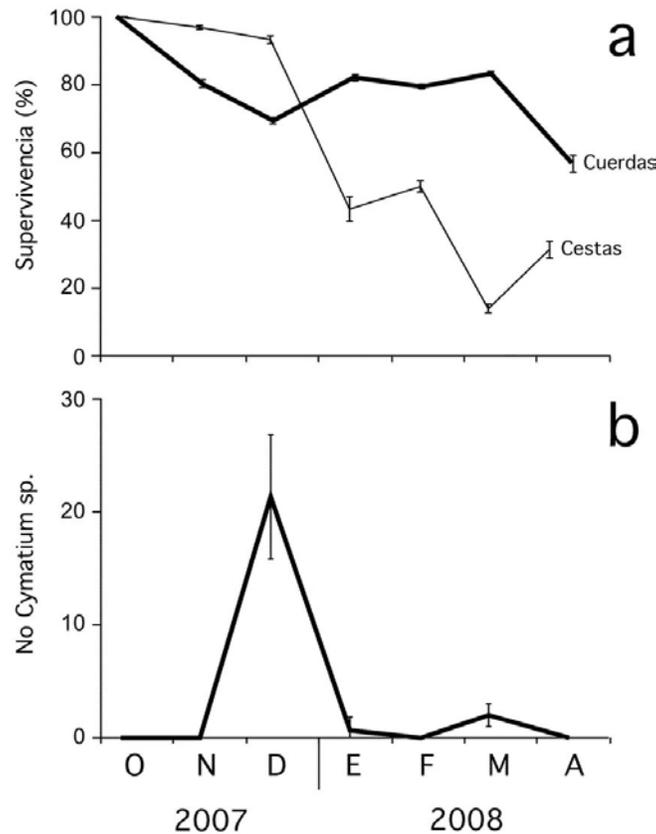


Figura 5. Supervivencia de *Pinctada imbricata* (a) y número de *Cymatium* sp. (b), encontrados bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas perleras en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

De igual manera, la salinidad (Figura 6c) mostró poca variabilidad manteniéndose entre los 36 y 38‰, con valores anómalos de 35‰ a mediados del mes de diciembre 2007 y 39‰ en enero 2008.

La biomasa fitoplanctónica, estimada por la clorofila *a*, muestra un patrón inverso al de la temperatura (Figuras 7a y 6a), manteniéndose con valores por debajo de 0,5 $\mu\text{g/l}$ los 4 primeros meses (hasta finales de diciembre 2007), para posteriormente incrementarse hasta 1,70 $\mu\text{g/l}$ para el mes de marzo, lo que contrasta con los valores bajos de temperatura ocurridos durante el mismo período. En el último mes del experimento (abril) los valores de clorofila *a* descienden a 0,70 $\mu\text{g/l}$. El seston total se muestra con una gran variabilidad a través del año, obteniéndose valores desde 6 a 24 mg/l con períodos máximos en noviembre 2007, febrero y abril 2008; sin embargo, el seston orgánico se mantiene sin variabilidad periódica con valores de 2 a 6 mg/l (Figura 7b).

Durante los 5 primeros meses del bioensayos se observaron pocos organismos incrustantes en la concha de *P. imbricata* (Figura 8); no obstante, a partir de febrero la biomasa del *fouling* se incrementó exponencialmente en ambos sistemas, alcanzando valores mayores en los organismos cultivados en cuerdas ($9,42 \pm 2,65$ g para las cuerdas y $7,29 \pm 2,44$ g para las cestas), sin diferencias significativas ($P > 0,05$).

Los ejemplares de *P. imbricata* para ambos sistemas mostraron un crecimiento significativo y similar durante el período experimental. Sin embargo, al final del estudio los valores fueron diferentes para algunos parámetros de crecimiento: la longitud dorso-ventral fue superior para los individuos cultivados en las cestas perleras, en contraste con la masa del biso que resultó ser mayor en los individuos en cuerdas. En los demás parámetros de crecimiento (tejidos) no existieron diferencias significativas.

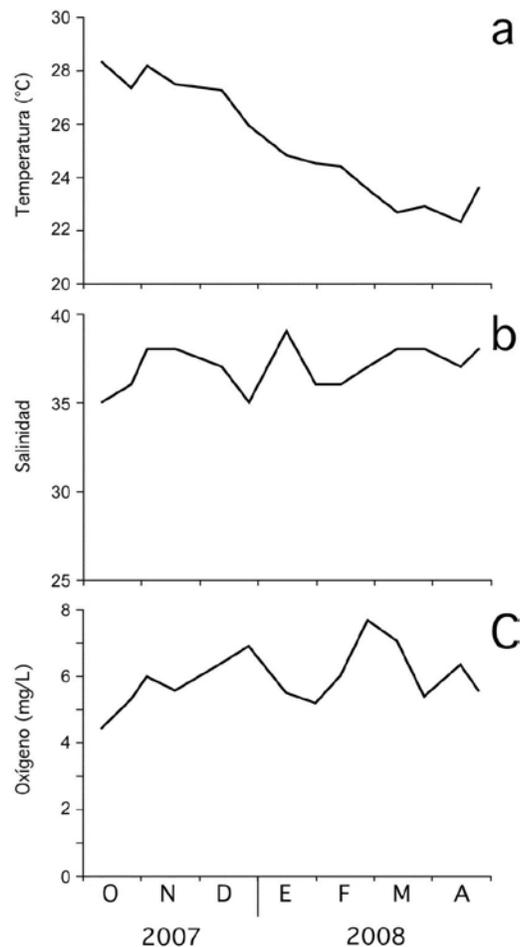


Figura 6. Variación de la temperatura (a), oxígeno disuelto (b) y la salinidad (c) durante el periodo del cultivo experimental en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

La mayor longitud dorso-ventral de la concha de los organismos en las cestas probablemente fue debido a la protección de la malla, la cual no permite organismos depredadores que pudieran eliminar lamelas de crecimiento nuevo en la concha, y así determinar mayor longitud en dichos organismos. Aunque en el presente estudio, no se determinó la cantidad y medida de estas lamelas de crecimiento, se observó que los organismos de las cestas poseían más y mayores lamelas y eran de concha más frágil.

El biso está compuesto por filamentos que segregan algunos bivalvos para la fijación a substratos; al final del experimento, tanto para los organismos cultivados en cuerdas como cestas perleras, la masa del biso se incrementó, probablemente, por la necesidad de soportar la demanda de mayor peso debido a encuentro de *fouling* depositada en la concha y del

propio organismo en los últimos meses del bioensayo. Este resultado se observó particularmente en los organismos cultivados en cuerdas debido a que, al no poseer un sustrato horizontal, el biso debía sostener el peso de la ostra, el *fouling* y contrarrestar mayormente el efecto de oscilación del sistema (debido al oleaje).

Esta diferencia pudo generar un mayor gasto energético de la ostra en las cuerdas para segregarse biso y con ello menor disposición energética para el crecimiento de concha y tejidos. Sin embargo, al no encontrarse diferencias significativas en los tejidos de los organismos de las cestas y las cuerdas, es posible que la demanda de energía requerida para la formación de biso no sea cuantitativamente importante para que produzca diferencias en la canalización energética entre compartimientos del cuerpo de *P. imbricata*.

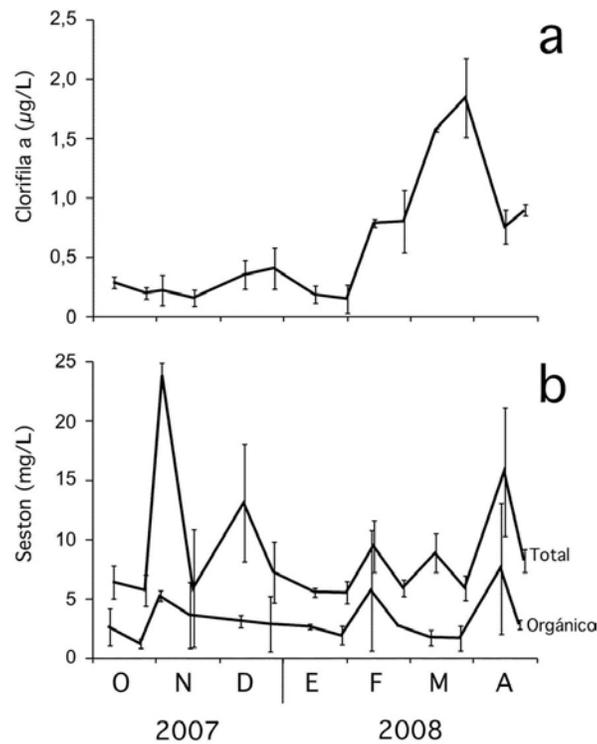


Figura 7. Variación de la clorofila *a* (a) y seston total y orgánico (b) durante el período del cultivo experimental en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

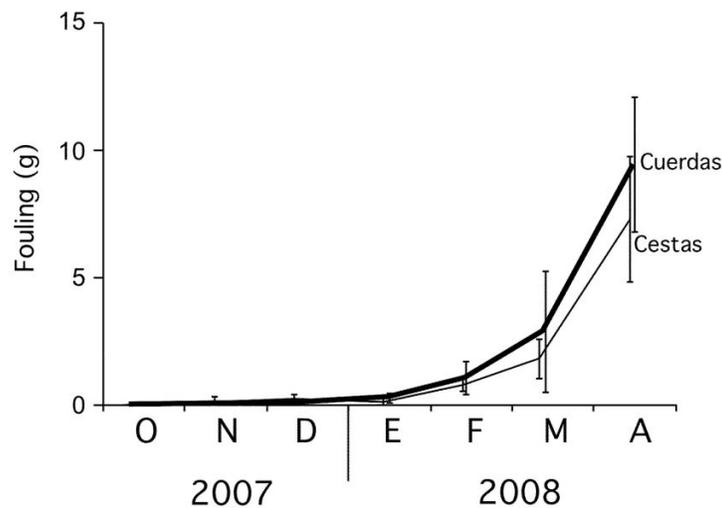


Figura 8. Variación del *fouling* depositado en la concha de *Pinctada imbricata* bajo condiciones de cultivo suspendido en cuerdas y cestas perleras en la Bahía de Turpialito en la Bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

En mitílidos, la energía destinada a la formación del biso es <15%, lo cual no es elevada si la comparamos con la formación de concha (20-25%) o bien la producción de gametos, la cual puede llegar hasta un 90% (Griffiths y King, 1979; Hawkins y Bayne, 1985). Las relaciones longitud de la concha con los

diferentes parámetros de crecimiento mostraron que la pendiente de las mismas fueron siempre mayores para los organismos cultivados en cuerdas, sugiriendo una mejor condición fisiológica que los cultivados en cestas. Sin embargo, la mayor talla en longitud dorso-ventral de la concha y la masa de tejidos sin

diferencias estadísticas de los organismos cultivados en las cestas perleras, condicionan que el estado fisiológico de las ostras en las cuerdas sea mayor, dado que la relación longitud-masa de los organismos en cestas evidentemente se hace menor.

La mortalidad de los ejemplares en el sistema de cuerdas para los dos primeros meses puede atribuirse al efecto de la manipulación durante el montaje del experimento, contribuyendo a ello la pérdida por desprendimiento; posteriormente la supervivencia se mantuvo sobre el 80%. En contraste, con los organismos de las cestas presentaron elevadas mortalidades (>40%) entre diciembre 2007 y enero 2008, asociadas a la mayor incidencia de gasterópodos del género *Cymatium*, el cual supone una de las principales amenazas para el cultivo de moluscos bivalvos en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Freitas, 2008).

La diferencia de mayor incidencia de organismos *Cymatium* sp. en las cestas, que en las cuerdas pudo estar relacionada al refugio que éstas conferían a los depredadores del gasterópodo; por otro lado, probablemente las cuerdas no proporcionaron adecuado sostén al gasterópodo y caían al fondo por acción de los movimientos del oleaje a través del sistema de flotación del *long line*.

Durante los primeros meses de experimentación (octubre de 2007-enero de 2008) el crecimiento de los tejidos de los ejemplares en ambos sistemas fue lento en biomasa. Este período coincide con altas temperaturas y baja disponibilidad fitoplanctónica, asociada a los procesos de estratificación del agua en la región (Ferraz-Reyes, 1987), lo cual sugiere un estrés fisiológico en las ostras, ya que se genera una elevada demanda metabólica por las temperaturas altas y muy baja disponibilidad de alimento para contrarrestar dicha demanda energética. No obstante, la temperatura y disponibilidad de alimento no parecen haber afectado las tasas de crecimiento en talla de la concha, ya que mostraron un crecimiento inclusive acelerado en los tres primeros meses del experimento.

Este comportamiento en el crecimiento de la concha, independiente de la cantidad de alimento disponible también ha sido observado en otros bivalvos, y en el Golfo de Cariaco, como en la vieira *Euvola ziczac* (Lodeiros y Himmelman, 2000) u otros pectínidos (Thompson y MacDonald, 1991),

sugiriendo que la fijación de carbonato de calcio en la concha no requiere de las grandes cantidades de energía, como las demandadas para la producción de otros compartimientos, particularmente tejido reproductivo (Sudent y Vahl, 1982).

El crecimiento en biomasa (músculo y resto de tejido) se aceleró al incrementarse la disponibilidad de alimento, a partir del mes de febrero de 2008 con el aumento de la biomasa fitoplanctónica. Este aumento en la producción de fitoplancton ocurre debido al fenómeno de surgencia costera característico de la zona y con ello la mayor producción primaria, ejercida principalmente por fitoplancton (Okuda *et al.*, 1978; Ferraz-Reyes, 1987). Esta relación entre el aumento de la disponibilidad del fitoplancton y la aceleración de las tasas de crecimiento fue observada tanto en bivalvos cultivados en el Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman, 1994; Vélez *et al.*, 1995), como en otras regiones (Bernard, 1983; Bayne y Newell, 1983; Griffiths y Griffiths, 1987; Bricelj y Shumway, 1991; Thompson y MacDonald, 1991).

Al igual que la biomasa fitoplanctónica, el seston total muestra una correlatividad con el crecimiento de *P. imbricata*, pensando que también este factor podría modular su crecimiento. Sin embargo, la mayor variabilidad y cantidad del seston total obtenida en el presente trabajo es debido al seston inorgánico, en más del 60% del seston total, lo cual produciría una dilución del seston orgánico no adecuado para organismos filtradores (Widdows *et al.*, 1979; Griffiths y Griffiths, 1987; Lodeiros y Himmelman, 2000). Asimismo, el seston orgánico, el cual contiene además de fitoplancton otros materiales orgánicos en suspensión, no mostró una correlatividad con el crecimiento de *P. imbricata*. En este sentido, los resultados indican que el crecimiento en biomasa se encuentra modulado principalmente por la biomasa fitoplanctónica.

La variabilidad en la concentración de oxígeno, así como de la salinidad no fue de una magnitud que pudiera ejercer un efecto fisiológico en los organismos. Por otra parte, el *fouling* mostró un aumento significativo al final del estudio en ambos sistemas, más no parece haber afectado al crecimiento de los organismos. Ello concuerda con la observación de que el efecto negativo del *fouling* depositado en las conchas de los bivalvos se ve minimizado en aquellos con fijación o disposición vertical como *P. imbricata*,

a diferencia de otros organismos de disposición horizontal como algunos pectínidos (Lodeiros, 2002).

Los resultados muestran que en ambos sistemas la ostra perla *P. imbricata* cultivada en la localidad de Turpialito, Golfo de Cariaco alcanzó en tan solo seis meses de cultivo tallas cercanas a la permitida legalmente por extracción en Venezuela, estas tallas son similares a las reportadas por Lodeiros *et al.* (2002) en condiciones de cultivo suspendido utilizando cestas españolas.

A pesar que el Ministerio de Agricultura y Tierras en su resolución MAT-No.009 del 2002 (12/08/2002; No. 37.503) prohíbe la extracción de ejemplares menores de 50 mm para su comercialización, la ostra perla se comercializa a menor talla en el nororiente de Venezuela, llegándose a vender en puestos artesanales en tallas menores de 40 mm. Esto es debido a la elevada proporción tejido/concha que posee este organismo (>40%), el cual a pequeñas tallas muestra una cantidad de tejido adecuado para su comercialización.

No obstante, para efecto de la administración del recurso, es recomendable la talla normada, ya que según datos de Rufini (1984) a los 30 mm, muchos de los organismos no alcanzan su primera madurez sexual y no proporcionan descendencia al medio; asimismo, la reproducción de *P. imbricata* es protándrica, y en general, no desarrollan gónadas femeninas sino hasta después de los 40 mm, sugiriendo tallas superiores de extracción o producción como estrategia de administración del recurso. En vista de ello, se sugiere una prolongación del tiempo de cultivo, tal vez uno o dos meses más (8-9 meses en total), para obtener tallas legalmente comerciales. De esta manera, el cultivo de *P. imbricata* podría coadyuvar al mantenimiento y repoblación del recurso ostra perla, el cual desde épocas de la colonia ha sido sobreexplotado.

Dado que, al final del experimento no existieron diferencias significativas en el tejido de las ostras en cestas y cuerdas, que constituye la parte consumible, y que en las cuerdas existió una baja incidencia del depredador *Cymatium* sp., estando las ostras con mejor condición fisiológica, unido a la percepción de menores costos para la elaboración del sistema de cuerdas, se sugiere la utilización de cuerdas para el cultivo de *P. imbricata*.

En vista de ello, se hace necesario optimizar estas técnicas para obtener mayores rendimientos. En este sentido, se requiere futuros estudios con elementos de cultivo verticales con mayor superficie de siembra.

CONCLUSIONES

En un período de seis meses la madre perla *P. imbricata* cultivada en cuerdas y en cestas perleras en seis meses alcanzaron tallas de longitud dorso-ventral similares a la permitida para su extracción (50 mm).

El patrón de crecimiento en longitud de la concha fue similar para ambos elementos de cultivo; no obstante, al final del experimento, las ostras de las cuerdas alcanzaron valores del biso mayores, mientras que en las cestas lo alcanzaron en el largo de la concha. No existieron diferencias en los tejidos.

La supervivencia mostró un patrón similar en ambos sistemas de cultivo, aunque una notable disminución ocurrió en las cestas hacia enero asociado a la incidencia de *Cymatium* sp.

La biomasa fitoplanctónica estuvo relacionada positivamente con el crecimiento de *P. imbricata*, mostrando ser un factor importante en la modulación del crecimiento.

Los resultados favorables a las cuerdas unido a la percepción de menores costos para la elaboración de las mismas, sugieren la factibilidad de la utilización de cuerdas para el cultivo de *P. imbricata*.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido financiada parcialmente por la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre (FIDAES) de la Gobernación del estado Sucre, Venezuela, siendo ésta su Contribución Técnica No. 15. Se agradece la colaboración del personal de la Estación Hidrobiológica de Turpialito del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente y la lectura crítica de Jeny. Reyes.

LITERATURA CITADA

Bayne B. and R. Newell. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. In: Saleuddin A. y K.M. Wilbur (Eds.). The Mollusca. Academic Press, N.Y, pp. 407-515.

- Bernard F. 1983. Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific bivalve molluscs. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 63: 24.
- Bricelj V. and S. Shumway. 1991. Physiology: Energy acquisition and utilization, **In:** Shumway S.E (Ed.). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Elsevier Science Publishers B.V pp 305-346.
- Ferraz-Reyes E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 26: 97-110.
- Griffiths C. and J. King. 1979. Energy expended on growth and gonad output in the ribbed mussel *Aulacomya ater*. *Marine Biology.*, 53: 217-222.
- Griffiths C. and R. Griffiths. 1987. Bivalvia, **In:** Pandian J., y F.J. Vernberg (eds.). *Animal Energetics*, Academic Press, N.Y., pp 1-88.
- Hawkins C. and J. Bayne. 1985. Seasonal variation in the relative utilization of carbon and nitrogen by the mussel *Mytilus edulis*: Budgets, conversion efficiencies and maintenance requirements. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 25: 181-188.
- Jiménez M., C. Lodeiros y B. Márquez. 2000. Captación de juveniles de la madre perla *Pinctada imbricata* con colectores artificiales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribb. J. Sc.*, 36: 221-226.
- León L. 1986. Estudio sobre la fijación y el índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798 en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. Trabajo de ascenso, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Margarita, Venezuela. p 63.
- León L., T. Cabrera y L. Troccoli. 1987. Estudio sobre la fijación y el índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata* Röding 1798, en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. *Contr. Cient.*, 12: 3-44.
- Lodeiros C. 2002. Una cuestión de peso y de posición. *Rev. Biol. Trop.*, 50(3/4): 875-878.
- Lodeiros C. and J. Himmelman. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola pecten ziczac* (L.) in suspended culture in the Golfo de Cariaco. Venezuela. *Aquaculture.*, 19:345- 358.
- Lodeiros C. and J. Himmelman. 2000. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 182: 91-114.
- Lodeiros C. y L. Freitas. 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela **In:** Lovatelli A., U. Iker, y A. Farias (eds.). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en Latinoamérica*. FAO Fisheries Resources Roma. pp 135-150.
- Lodeiros C., B. Marin y A. Prieto. 1999. Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: *Clase Bivalvia*. Edición Apudons. Venezuela. p 109.
- Lodeiros C., D. Pico, A. Prieto, N. Narváez and A. Guerra. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Röding 1758) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult. Internat.*, 10 (4): 327-339.
- Mackenzie Jr. C.L., L. Troccoli and L. León. 2003. History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Marine Fisheries Review* 65:1-20
- Okuda T., J. Benitez-Alvarez, J. Bonilla y G. Cedeño. 1978. Características hidrológicas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 17:69-88.
- Ruffini E. 1984. Desarrollo larval experimental de la ostra perla *Pinctada imbricata* (Röding 1798; Mollusca: Bivalvia) y algunas observaciones sobre reproducción en el banco natural de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Trabajo de Pregrado. Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Departamento de Biología, Margarita, Venezuela. p 72.
- Strickland J. and T. Parsons. 1972. A Practical handbook of seawater analysis. Fisheries

- Research Board of Canadá. Bulletin 167. Montreal, Canadá. 2da Ed.
- Sudent J. and O. Vahl. 1982. Seasonal changes in dry weight and biochemical composition of the tissues of sexually mature and immature Iceland scallops, *Chlamys islandica*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 61: 1001-1010.
- Thompson R.J. and B. MacDonald. 1991. Physiological integrations and energy partitioning. In: Shumway S.E. (ed.). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Elsevier Science Publishers B.V pp 347-376.
- Urban H-J. 2000. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture Systems. Aquaculture, 189: 375-388.
- Velasco L. and Barros J. 2010. Spat collection and experimental culture of the atlantic Pearl Oyster, *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under suspended conditions in the Caribbean. J. World Aquacul. Soc. 41(3):281-297.
- Vélez A., L. Freites., J. Himmelman., W. Senior and N. Marín. 1995. Growth of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac*, in bottom and suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture, 136: 257-276.
- Ventilla R. 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol., 20: 309-382.
- Widdows J., P. Fieth and C. Worrall. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common musel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 50: 195-207.
- Zar J. 1984. Biostatistical analysis. Pentice-Hall, Inc., New Jersey. 2da Ed. p 718.

Clasificación morfológica de la anemia en vacunos mestizos de doble propósito criados en una zona de bosque seco tropical

Espartaco Sandoval^{1*}, Mariana Barrios¹, Gustavo Morales², Olga Camacaro³,
Luis Domínguez³ y Oswaldo Márquez¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Yaracuy, Venezuela.

*Correo electrónico: esandoval@inia.gob.ve.

²INIA, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (Ceniap), Maracay estado Aragua. Venezuela.

³Fundación Centro de Investigaciones CIEPE. San Felipe, estado Yaracuy.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia de los diferentes tipos anemia morfológica en vacunos doble propósito, así como establecer su relación con el sistema de producción, edad y sexo de los animales. El estudio se realizó durante los meses de octubre y noviembre correspondiente a la salida de lluvias, en 383 vacunos procedentes de seis fincas caracterizadas como Sistema 1: doble propósito tendencia a la especialización en leche (DPTL) y 2: doble propósito tendencia a la producción de carne (DPTC). Los animales fueron clasificados cronológicamente en dos grupos: A < 2 años y B 2-10 años. Muestras de sangre fueron obtenidas de la vena yugular con tubos vacutainer utilizando EDTA como anticoagulante. Se evaluó: concentración de hemoglobina, hematocrito y el conteo de eritrocitos. A partir de estos se calcularon los índices hematimétricos. Los datos fueron analizados por ji-cuadrado con un nivel de significación preestablecido del 5%. Los resultados indican que existe una alta prevalencia de anemia (56,3%) con predominio de las microcíticas hipocrómicas (25,3%), seguidas de las normocíticas normocrómicas (20,6%) y en menor proporción las macrocíticas (10,4%). Los porcentajes de animales anémicos resultaron estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) siendo superiores en el sistema DPTC, en los animales entre 2-10 años y en las hembras. Se discute sobre la influencia de situaciones sanitarias, fisiológicas y nutricionales. Se concluye que factores como el sistema de producción, sexo y edad están asociados a la presencia de anemia.

Palabras clave: anemia, vacunos, sistema de producción, sexo, edad.

Morphological classification of anaemia in dual purpose cattle breeding in a forest dry tropical zone

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the prevalence of different morphological anemia types and its classification in bovine dual purpose, as well as to establish its relation with the exploitation system, the age and the sex of the animals. It was carried out within October and November, normally associated to the end of rainy period, in 383 bovine coming from six farms characterized with system 1: dual purpose tendency to the milk specialization (DPTL) and 2: dual purpose tendency to the meat production (DPTC). The animals were grouped chronologically in two classes: A < 2 years and B 2-10 years. Samples from blood were obtained from the jugular vein using vacutainer tubes with EDTA as the anticoagulant. Concentration of hemoglobin, packed cell volume, erythrocytes, mean corpuscular volume and mean corpuscular hemoglobin was evaluated. Data were analyzed by chi-square with a probability of 5%. Results indicate that there is a high prevalence of anemia

(56,3%) with predominance of the hypochromic microcytic, followed of the normochromic normocytic and in smaller proportion the macrocytic. The percentage of anemic animals are different ($P < 0,05$) being superior in system DPTC, the animals between 2-10 years and in the females. It is discussed the influence of sanitary, physiological and nutritional situations. As a conclusion, conditions as the exploitation system, sex and the age are associated to the presence of anemia.

Keywords: anemia, bovine, production system, sex, age.

INTRODUCCIÓN

En las áreas tropicales, los sistemas de producción con vacunos de doble propósito, contribuyen de manera sustancial a la obtención, a bajo costo, de rubros estratégicos como la leche y la carne, representando a su vez, una alternativa indiscutible para la superación socio económica en las áreas rurales (Fernández-Baca *et al.*, 1986).

Dentro de las consideraciones funcionales de estos rebaños, aspectos como el ambiente, el manejo y los niveles de producción, pueden determinar una mayor o menor susceptibilidad de los individuos, a condiciones particulares del medio que los rodea conduciendo a trastornos metabólicos o infecciosos (Vásquez, 1998)

En el medio ambiente, han sido determinadas altas prevalencias a enfermedades parasitarias e infecciosas, (Sandoval *et al.*, 2008), muchas de ellas conducen a procesos anémicos, los cuales son reconocidos cuando uno o más de los parámetros de los glóbulos rojos están por debajo de los niveles estimados fisiológicamente como normales, en consideración a su especie, edad y sexo (Jain, 1989).

Para caracterizar y clasificar las anemias es necesario calcular los índices eritrocitarios, debido a que estos permiten definir el tamaño y el contenido de hemoglobina de los eritrocitos. El volumen corpuscular medio (VCM) indica la medida de los eritrocitos. Una anemia con un VCM normal, alto o disminuido, se clasifica como normocítica, macrocítica o microcítica, respectivamente. La concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) muestra la concentración de hemoglobina por unidad de volumen del eritrocito. Aporta información similar a la hemoglobina corpuscular media (HCM), pero se considera más adecuado. Una anemia con una CHCM normal o disminuida se clasificaría normocromica o hipocromica, respectivamente (Valle, 2008).

Los estados anémicos son considerados como el principal hallazgo de ciertos procesos patológicos (Brock, 1993) y aumenta considerablemente el riesgo a la intervención de otras enfermedades por efecto de depresión de los mecanismos inmunes (Walter *et al.*, 1997). En consecuencia, no se manifiestan clínicamente como trastornos primarios, pero si de forma subclínica, afectando los rendimientos productivos de los animales (Forchetti *et al.*, 2006; Monroy *et al.*, 1993). Al respecto Figueredo *et al.* (2008), al asociar la presencia de anemia con diarreas en becerros, señalan el efecto inmediato de éstas sobre aspectos productivos y económicos al provocar disminución en las ganancias de peso y costos por tratamiento.

De igual manera, Sandoval *et al.* (1995) asocian la presencia de anemias con problemas reproductivos en vacas de dos unidades agroecológicas. Por su parte Ramírez (2006), demuestra que las vacas de menor producción corresponden con valores bajos de eritrocitos y hemoglobina. Morales *et al.* (2002), sugieren la presencia de anemia como un indicador de infecciones helmínticas y lo proponen como un mecanismo de selección de animales resistentes como alternativa frente a la utilización de tratamientos.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue clasificar morfológicamente las anemias en vacunos de doble propósito y determinar su prevalencia de acuerdo al sistema de explotación, estrato etario y sexo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de trabajo se ubica entre los 10° 35' y 10° 50' de latitud norte y 68° 15' y 69° 00' de longitud oeste, en el municipio Manuel Monje del estado Yaracuy, correspondiéndose según Ewel y Madriz (1968), como una zona de bosque seco tropical,

con gran variabilidad de suelos, una precipitación y temperatura promedio de 1300 mm/año y 24 °C, respectivamente.

Sistemas de producción

El estudio se realizó en 383 vacunos procedentes de 6 fincas, 2 de ellas caracterizadas como Sistema 1: doble propósito tendencia a la especialización en leche (DPTL), con alto nivel de mestizaje *Bos taurus taurus* (Pardo Suizo, Holstein, Carora), 2 ordeños diarios de forma manual con apoyo del becerro, mediana producción de leche (8-12 kg/día), suplementación con alimentos balanceados (Mínimo de PC 18%, grasa cruda mínimo 3,0%, fibra cruda máximo 12% y estrato libre de nitrógeno mínimo 46%), adecuado número y uso rotacional de potreros (*Cynodon nlenfuensis*, *Bracharia humidicola*, *Bracharia brizanta*); mientras que las otras 4 fincas corresponden al Sistema 2: doble propósito tendencia a la producción de carne (DPTC), caracterizado por predominio de animales mestizos *Bos taurus indicus* (Brahmán), 1 ordeño diario de forma manual con apoyo del becerro, baja producción de leche (4 kg/día), no suplementan, poseen limitado número de potreros (*Cynodon nlenfuensis*, *Bracharia humidicola*), y hacen un uso no sistematizado de los mismos.

Los planes sanitarios para ambos sistemas contemplan vacunaciones para fiebre aftosa, rabia paralítica, carbón bacteriano, triple y brucelosis. Evaluaciones coprológicas mensuales con tratamientos antihelmínticos cada tres meses.

Animales experimentales

Los animales fueron clasificados cronológicamente en 2 grupos:

A: entre 1 mes y 2 años (becerras (os) y mautas (es))

B: a partir de los 2 años hasta 10 años (toros reproductores, vacas en ordeño gestantes y novillas).

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó durante los meses de octubre y noviembre correspondiente a la salida de lluvias. Entre las 6:00 y 8:00 am, se extrajo asépticamente una muestra de sangre completa por venipuntura de la vena yugular, utilizando para este fin, tubos de sangría tipo vacutainer con EDTA como

anticoagulante. Las mismas fueron conservadas en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio, el mismo día de su recolección.

Métodos hematológicos

Los indicadores hematológicos estudiados fueron: concentración de hemoglobina, por el método de la cianometahemoglobina (kit comercial Hemoglwiener); hematocrito, por la técnica del microhematocrito centrifugando a 15.000 r.p.m. durante 10 minutos y el conteo de eritrocitos con cámara hematimétrica utilizando solución salina al 0,9 % como diluyente (Schalm *et al.*, 1981).

Los índices eritrocitarios se calcularon según las fórmulas propuestas por Coles (1986).

Los animales se consideraron anémicos cuando: el valor de hemoglobina (Hb) fue <100g/l; el hematocrito (Ht) <30 l/l y el número de eritrocitos (ER) <4,50 T/l.

En la clasificación morfológica de la anemia se consideraron los siguientes valores límites para los índices eritrocitarios:

Anemia Microcítica Hipocrómica (M/H): VCM<40 fl, HCM<14,4pg.

Anemia Normocítica Normocrómica (N/N): VCM entre 40 y 60 fl, HCM entre 14,4 y 18,6 pg.

Anemia Macroscítica (M): VCM>60fl.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se determinó la media y la desviación estándar en todos los grupos. La comparación entre los porcentajes de animales anémicos y sanos en relación con el sistema de producción, sexo y grupos de edad se realizó mediante la prueba de ji-cuadrado de Pearson, se estableció un nivel $\sigma=5\%$ como nivel de significación. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico InfoStat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estadísticas descriptivas obtenidas en el trabajo, son reflejadas en el Cuadro 1, observándose que el porcentaje de animales anémicos (56,3%) resulta de consideración que, es superior a la reportada por Figueredo (2000) y Figueredo *et al.* (2008), en becerros y a los registrado por Viamonte *et al.* (2001) en animales adultos.

De igual manera, el comportamiento de los indicadores estudiados reflejan para el caso de los animales considerados anémicos, valores inferiores a los reportados en nuestro medio para animales sanos, lo que corrobora la presencia de anemia (Ramírez *et al.*, 1998; Sandoval *et al.*, 1997; Di Michele *et al.*, 1977).

Estos resultados permiten inferir que la alta proporción de animales anémicos encontrados y representan sin duda una importante limitante para la obtención de una adecuada productividad del sistema, debido a la presencia de anemia ha sido asociada con el detrimento de la reproducción, la baja producción de leche, pérdidas en las ganancias de peso, susceptibilidad a patologías infecciosas y pérdidas económicas por costos de tratamiento (Figueredo *et al.*, 2008; Ramírez 2006; Morales *et al.*, 2002; Sandoval *et al.*, 1995).

En el Cuadro 2, se observan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre los porcentajes de anémicos en relación con el sistema,

siendo este más elevado en el sistema DPTC (35,2 vs. 21,2). De igual manera al contrastar los porcentajes de animales afectados por los distintos tipos de anemias dentro de cada sistema de producción, estos resultan con diferencias estadísticas significativas (P^*), para el caso de las anemias M/H, con predominio para el sistema DPTC.

Este tipo de anemia ha sido asociada a problemas nutricionales, en donde existe una deficiencia de hierro provocada por una ingesta disminuida, problemas intestinales que limitan su absorción o pérdidas excesivas (Quiros y Bueda, 2001). Las fallas nutricionales en bovinos han sido reconocidas como responsables de decrementos en el eritrograma, el cual representa un eficaz indicador del estado nutricional (García *et al.*, 2005).

En esta misma zona, los trabajos de Barrios *et al.* (2010) han demostrado que este tipo de anemia esta asociado a un estado alimenticio deficiente que predispone a infecciones parasitarias.

Cuadro 1. Porcentajes del tipo de anemia morfológica en bovinos mestizos jóvenes y adultos de ambos sexos criados en fincas de doble propósito.

Tipos de anemia	n	(%)	Hb (g/l)	Ht (l/l)	ER (T/l)	VCM (fl)	HCM (pg)
M/H	97	25,3	90±13	0,26±0,03	9,00±2,4	30,5±6,5	10,5±2,5
N/N	79	20,6	89±16	0,24±0,03	5,23±1,1	46,8±5,3	17,4±3,1
M	40	10,4	100±17	0,28±0,04	3,70±1,1	86,1±47,2	31,0±16,8
Sin Anemia	167	43,6	118±12	0,33±0,03	9,09±6,1	41,3±12,7	14,9±4,6

M/H: Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: Anemia Macroscítica; Hb: hemoglobina; Ht: hematocrito; ER: Contaje Eritrocitario; VCM: Volumen Corpuscular Medio; HCM: Hemoglobina Corpuscular Media.

Cuadro 2. Proporción de animales sanos y anémicos en relación al sistema de producción.

Sistema	Sanos (%)	M/H (%)	N/N (%)	M (%)	Total Anémicos (%)	Valor de p Chi ² *
DPTL	10,9	4,7 a	9,7	6,8	21,2 b	0,009
DPTC	32,6	20,6 b	10,9	3,7	35,2 a	0,0001
Total	43,5	25,3	20,6	10,5	56,4	

DPTL: Sistema de doble propósito tendencia leche; DPTC: Sistema de doble propósito tendencia carne; M/H: Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: Anemia Macroscítica. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

En este sentido, la presencia en la zona bajo estudio, de entidades patológicas tales como *Fasciola hepatica* y *cotylophorum* sp (Sandoval *et al.*, 2008), capaces de producir inflamación catarral y hemorragia generalizada, con destrucción de glándulas intestinales que conducen a hipoproteinemia y anemia (Sánchez *et al.*, 2009; Angulo *et al.*, 2007) y parásitos hemotrópicos (Sandoval *et al.*, 1998; Toro, 1990), estos últimos cuyas anemias hemolíticas, principalmente se acompañan de hipoferremia (Katunga *et al.*, 1992; Emeribe y Anosa, 1991; Espinoza, 1988; Dargie *et al.*, 1979), lo cual junto a un inadecuado control, consono con las características tecnológicas de este sistema, podrían conducir a pérdidas crónicas de sangre. Las mismas pueden estar aunadas a una eritropoyesis deficiente, inferida de la disminución observada en el tamaño de los eritrocitos y de su contenido de hemoglobina (Sánchez *et al.*, 2004).

En el medio ambiente, Sandoval *et al.*, (2005) describieron este tipo de anemia en un rebaño de bovinos con condiciones precarias de alimentación, tal y como se corresponde con el sistema DPTC. Igualmente estas fallas en el sistema de alimentación representan una situación de estrés para los rebaños, lo cual también a sido reconocido como causa de anemia en los bovinos (Coppo *et al.*, 2003).

Al contrastar las proporciones de animales sanos contra los que presentan valores compatibles con anemia en relación a los estratos etarios definidos (Cuadro 3), se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) resultando mayormente afectados los animales adultos. La comparación entre la frecuencia de aparición de los diferentes tipos de anemias intraestrato, señalan diferencias estadísticamente significativas (P^*) y al igual que en los resultados anteriores el tipo de anemia predominante resulta ser la M/H, en este caso, en ambos estratos, para luego observarse

una menor proporción para las anemias N/N y M, respectivamente.

Las anemias por deficiencia de hierro han sido comúnmente observadas en asociación con rápidas tasas de crecimiento y bajo consumo de este elemento en la dietas (Morin *et al.*, 1992), lo cual podría estar relacionado a su predominio en el estrato < 2 años, así como a la presencia de estróngilos digestivos hematófagos como *Haemonchus* sp frecuentes en este estrato etario (57,4 % lluvia y 76,0 % seca) y área de estudio (Carrion, 2008).

En el caso de los animales adultos se ha demostrado que con el incremento de la edad decrece su capacidad de producir eritrocitos, lo cual puede estar relacionado con un animal menos activo que requiere de menos capacidad celular, probablemente asociado a su vez con un rata de destrucción eritrocitaria incrementada (Ngole *et al.*, 2003; Shirley *et al.*, 1988; Sandoval *et al.*, 1997). De igual manera diferentes condiciones fisiológicas, tales como lactación o gestación pueden afectar los perfiles hematológicos en animales adultos (Roldan *et al.*, 2006).

Con respecto a la anemia N/N, ocupa el segundo lugar de importancia en ambos grupos. Esta se observa principalmente en aquellos casos donde se producen hemólisis o pérdida de eritrocitos, tales como las provocadas por hemoparásitos principalmente en animales adultos (Espinoza *et al.*, 1996) o helmintos gastrointestinales patología propia de animales en crecimiento (Mandonnet, 1995).

Las anemias macrocíticas, presentan el menor porcentaje del total del grupo bajo estudio. Estas se deben principalmente a deficiencias de vitamina B12 y folatos, siendo reportadas en bovinos en áreas con pasturas deficientes en cobalto o ricas en molibdeno (Jain, 1989).

Cuadro 3. Proporción de animales sanos y anémicos en relación a dos estratos etarios.

Estrato	Sanos (%)	M/H (%)	N/N (%)	M (%)	Total Anémicos (%)	Valor de p (χ^2)*
< 2 años	17,8	14,0	9,9	2,3	26,2 b	0,0001
2-10 años	25,8	11,2	10,7	8,1	30,0 a	0,0001
Total	43,6	25,2	20,6	10,4	56,2	

M/H: Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: Anemia Macroscítica. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

En las áreas tropicales, deficiencias de cobalto han sido frecuentemente observadas en rumiantes a pastoreo, como consecuencia de sus bajos niveles en suelos de diferentes orígenes (McDowell *et al.*, 1984). Disminución en los valores de eritrocitos y hematocrito, también han sido reportados en animales adultos en áreas deficientes de cobre edáfico (Roldan *et al.*, 2005).

De igual manera la presencia en la zona de tremátodes con localización ruminal, como el *Cotylophorum* sp (Sandoval *et al.*, 2008), permiten inferir sobre la posibilidad de alteraciones del ambiente de este órgano, afectando los microorganismos que la sintetizan, así como destrucción de glandulas digestivas del intestino delgado y abomaso causando mala absorción y mala digestión (Alarcón y Velásquez, 2009). En este sentido, considerando que esta vitamina está involucrada en el metabolismo energético y proteico, su efecto resulta similar al de una mala nutrición en general ó a una parasitosis interna (Mufarrege, 2010).

La deficiencia de vitamina B12 en becerros se presenta porque la microflora es incapaz de sintetizar la vitamina en un rumen en proceso de desarrollo (Duran *et al.*, 2006). La vitamina B12 es un activador enzimático conectado al metabolismo energético. El animal deficiente tiene problemas en el metabolismo del ácido propiónico y del ácido succínico. Su deficiencia lleva a una baja producción de carne y leche, pobre crecimiento, falta de apetito, infertilidad y cetosis. Todo esto debido a la incapacidad de metabolizar propionato y sintetizar glucosa (Jubb *et al.*, 1984).

Por su parte, el ácido fólico es un componente esencial en la dieta animal. Su deficiencia produce una síntesis defectuosa del ADN, en toda célula que intenta su replicación cromosómica y división. Dado que los tejidos con mayor índice de renovación celular

son los que presentan mayores alteraciones, el sistema hematopoyético resulta especialmente sensible a la deficiencia de ácido fólico (Barrios *et al.*, 2009).

Se ha demostrado que la administración intramuscular de ácido fólico aumenta la velocidad de crecimiento en terneras de 4 meses de edad (Dumoulin *et al.*, 1991), por lo que se plantea la conveniencia de su suplementación en la ración. Girard *et al.* (1998) consiguieron aumentar significativamente la producción de leche en vacas multíparas (+3 a +9 %) al suplementar, desde el último mes de gestación y durante toda la lactación, con 2-4 mg/kg PV en la ración.

Dentro de los factores señalados, como responsables de la variación de los valores hematológicos en bovinos se encuentra el sexo (Jones *et al.*, 1982), reportándose una significativa influencia sobre los valores de hematocrito y eritrocitos resultando estos particularmente bajos en las hembras (Ngole *et al.*, 2003). En el Cuadro 4, diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) fueron determinadas entre animales anémicos, resultando mayormente afectadas las hembras. De igual manera al contrastar los diferentes tipos de anemias dentro del mismo sexo, se observaron diferencias estadísticamente significativas dentro de cada uno (P^*), observándose nuevamente que las anemias M/H resultan predominantes.

Por su parte, Ramírez *et al.* (2001), determinaron disminución en las concentraciones de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina, en el periparto de vacas lecheras, sin lograr determinar sus causas. En este orden de ideas, se ha determinado que la alta demanda de ácido propiónico y glucosa generado por el esfuerzo de la lactación, incrementa a su vez los requerimientos de vitamina B12, cuyas deficiencias conducen a la aparición de procesos anémicos (Duran *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Proporción de animales sanos y anémicos en relación al sexo

Sexo	Sanos (%)	M/H (%)	N/N (%)	M (%)	Total Anémicos (%)	Valor de p (Chi ²)*
Hembras	33,1	15,9	14,6	9,4	39,9 a	0,0001
Machos	10,4	9,4	6,0	1,0	16,4 b	0,0001
Total	43,6	25,3	20,6	10,4	56,3	-

M/H: Anemia Microcítica Hipocrómica; N/N: Anemia Normocítica Normocrómica; M: Anemia Macroctica. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Fuertes fluctuaciones en la cantidad y calidad de los forrajes ofrecidos a hembras en producción y de reemplazo, producto de las variaciones edáficas, climáticas y de manejo, han sido reportadas por Ríos y Combellas, (1996), relacionándose esos factores con la presencia de anemia (Sandoval *et al.*, 1995).

Por otra parte, importantes niveles de infección con parásitos gastrointestinales a sido señalado en animales hembras Sandoval (2004) y Morales *et al.* (2001), conociéndose que animales bajo estas condiciones resultan fuertemente afectados en sus valores de hematocrito y hemoglobina (Morales *et al.*, 2002). De estas observaciones podríamos inferir que en el caso de las hembras existe una situación compleja y multifactorial, al reconocerse como un estrato sometido a mayores exigencias fisiológicas generadoras de estrés y consecuentemente de manera ineluctable a desórdenes de salud.

Estos resultados nos permiten inferir, que la anemia representa una limitante compleja y multifactorial que compromete el desempeño productivo de los animales.

CONCLUSIONES

La prevalencia de anemia obtenida en el área en estudio (56,3%) presenta niveles significativamente altos, lo que exige la determinación de sus causas y la aplicación de tratamientos específicos.

En todos los niveles de comparación existe un predominio de las anemias microcíticas normocrómicas, las cuales etiológicamente se corresponden a deficiencias de hierro, estando asociadas a la presencia de noxas hematofagas, eritropoyesis deficiente y fallas nutricionales.

La significancia estadística obtenida entre factores como el sistema de explotación, el sexo y la edad señalan la relación entre estas y la presencia de anemia.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, E.; L. Velásquez. 2009. Descripción morfológica de *Cotylophoron cotylophoron* (Digenea: Paramphistomidae) hallado en bovinos de RioNegro, Antioquia, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 22:168-177.
- Angulo, F.; M. Molero, F. Escalona J. Muñoz; y R. Ramírez. 2007. Prevalencia y dinámica de hpg mensual de *Fasciola hepatica* y otros helmintos en un rebaño bovino de una zona inundable tropical. Revista Científica. 17(2):1-10.
- Barrios, M., E. Sandoval, R. Belizario, O. Camacaro, L. Domínguez y O. Marquez. 2010. Clasificación de la anemia y su relación con el sexo, edad y carga parasitaria en becerros doble propósito del Valle de Aroa- estado Yaracuy. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 11(2). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (Consultada 25-02-2010).
- Barrios, M.; E. Sandoval y D. Fernández. importancia de la administración de ácido fólico en bovinos. Mundo Pecuario. 5(2):142-145.
- Brock, J. 1993. Iron and immunity. Journal of Nutrition and Immunology. 2(3):47-106.
- Carrión, M. 2008. Situación parasitaria del Valle de Aroa. Informe de asesoría técnica. Proyecto Cuba-Venezuela. Fundación CIEPE. p 22.
- Coles, L. 1986. Veterinary Clinical Pathology. (4a ed.) Saunders. Philadelphia. pp 103-105.
- Coppo, J., N. Coppo, M. Roviatti y M. Capellari. 2003. Mejoría del peso y eritrograma en vacas cruza cebú precozmente destetadas. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. pp 177-188.
- Dargie, V., P. Murray, W. Grimshaw and W. McIntyre. 1979. Bovine Trypanosomiasis the red cell kinetics of Ndama and Zebu cattle infected with *Trypanosoma congolense*. Parasitology. 78:271-286.
- Di Michele de R., E. Otaiza, O. Colvee y E. Mejia. Valores hematológicos y de la química sanguínea de bovinos de los estados Carabobo y Guárico II. Hematología, colesterol y glucosa. Agronomía Tropical. 28(6):571-583.
- Dumoulin P., C. Girard, J. Matte and G. St-Laurent. Effects of a parenteral supplement of folic acid and its interaction with level of feed intake on hepatic tissues and growth performance of young dairy heifers. Journal of Animal Science. 69(4): 1657-1666. 1991.

- Duran, F.; C. Roldan, H. Martínez y L. Duran. 2006. Patología en los sistemas y aparatos de los animales (anemia). In: *Vademécum Veterinario*. Ed. Grupo Latino LTDA. P 182-193.
- Emeribe, A. and V. Anosa. 1991. Haematology of experimental *Trypanosoma brucei* gambiense infections. II Erythrocyte and leucocyte changes. *Revue D'Elevage et des Medicines Veterinaires de Pays Tropicaux*. 44(1):53-57.
- Espinoza E., P. Aso, N. Gonzalez y L. Rangel. 1996. Clasificación morfológica de la anemia desarrollada en bovinos infectados experimentalmente con *Trypanosoma vivax*. *Veterinaria Tropical*. 21 (2):201-214
- Espinoza, E. 1988. Evaluación clínica parasitológica y serológica de bovinos infectados experimentalmente con *Trypanosoma vivax*. Trabajo presentado para optar al título Magister Scientiarum postgrado Medicina Veterinaria, U.C.V. Maracay, Venezuela. p 118.
- Ewel, J. y Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. *Ministério de Agricultura y Cria*. pp 265.
- Fernández-Baca, S., R. De Lucia and L. Jara. México, milk and beef production from tropical pastures, an experience in the humid tropics. *Word Animal Review*. FAO. Roma, Italia. 58:2-12. 1986.
- Figueredo, J.; M. Abeledo y E. Vega. 2008. Influencia de la anemia en la aparición de procesos diarreicos y neumónicos del ternero. www.monografias.com. (Consultada 19-02-2009)
- Figueredo, J. 2000. Diagnóstico y tratamiento de la anemia ferropénica del ternero lactante y su implicación en las diarreas y neumonías. Tesis doctoral. CENSA. La Habana, Cuba. p 92.
- Forchetti, O., C. Maffrand, C. Vissio, C. Boaglio y G. Cufre. 2006. Hipofosfatemia y fragilidad osmótica eritrocítica en cabras. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 7(1). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (Consultada 20-02-2009)
- García, S., J. Mencho, Y. Guerra, E. Marín y M. Vale. 2005. Correspondencia entre el color de la mucosa conjuntival y el eritrograma en vacas mestizas. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 6(6). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (Consultada 20-02-2009)
- Girard C. and Matte J. 1998. Dietary Supplements of Folic Acid During Lactation: Effects on the Performance of Dairy Cows. *Journal Dairy Science*. 81:1412-1419.
- INFOSTAT. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Jones, G.; E. Wildman, H. Troutt, T. Lesch, P. Wagner, R. Boman and N. Lanning. 1982. Metabolites profiles in Virginia dairy herds of different milk yields. *Journal of Dairy Science*. 65(2):683-688.
- Jubb, K., P. Kennedy and N. Palmer. 1984. *Pathology of domestic animal*. 3ed. Academic Press Inc., San Diego, California. 33-147.
- Jain, N. 1989. Hematologic characteristics of anemia part II. Interpretive aspects. *Californian Veterinarian*. 2(2):15-18.
- Katunguka, E., M. Murray and P. Holmes. 1992. The pathophysiology of ovine Trypanosomosis: haematological and blood biochemical changes. *Veterinary Parasitology*. 45:17-32.
- Mandonnet, N. 1995. Analyse de la variabilité génétique de la résistance aux strongles gastrointestinaux chez les petits ruminants. Elements pour la définition d'objectifs et de critères de sélection en milieu tempéré ou tropical. These Docteur en Sciences. Orsay, Paris. Université de Paris XI, p 115.
- McDowell, L., J. Conrad, G. Ellis y J. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida.: 28-31.
- Monroy, J.; F. Trigo, A. Aluja y R. García. 1993. Estudio comparativo entre las pruebas de ELISA e inmunodifusión en el diagnóstico de leucosis bovina. *Veterinaria México*. 24(1):21-25.
- Morales, G., L. A. Pino, E. León, Z. Rondón, A. Guillén, C. Balestrini y M. Silva. 2002. Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de

- infestación parasitaria en ovinos de reemplazo. *Veterinaria Tropical*. 27(2):87-98.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval, L. de Moreno, D. Jiménez y C. Balestrini. 2001. Dinámica de los niveles de infección por estróngilos digestivos en bovinos a pastoreo. *Parasitología al Día*. 25:115-120.
- Morin, D.; F. Garry, M. Weiser, M. Fettman and L. Jhonson. 1992. hematologic features of iron deficiency anemia in Llamas. *Veterinary Pathology*. 29:400-404.
- Mufarrege, D. 2010. Nutrición mineral de los ovinos en Corrientes Entre Ríos. Informe de Divulgación. INTA. Argentina. p 9.
- Ngole, I.; K. Ndamukong and J. Mbu. 2003. Internal parasites and hematological values in cattle Slaughtered in Buea subdivision of Cameroon. *Tropical animal Health and Production*. 35(3):409-413.
- Quiros, G. y J. Bouda. 2001. Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. *Veterinaria México*. 32:289-296.
- Ramírez, L. 2006. Los eritrocitos en producción animal. *Mundo Pecuario*. 2(2):35-36.
- Ramírez, L., E. Soto, L. Morillo y A. Díaz de Ramírez. 2001. Hematología y perfiles metabólicos en hembras periparturientas con predominio racial Carora. *Revista Úneles de Ciencia y Tecnología*. Volumen Especial.:73-78.
- Ramírez, L., D. Torres, P. León, K. Aguaje, F. Sánchez, y A. Díaz. 1998. Observaciones hematológicas en varios rumiantes tropicales. *Revista Cinética, FCV-LUZ*. 8(2):105-112.
- Ríos, L. y J. Combillas. 1996. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales sobre el crecimiento de bovinos de doble propósito pastoreando durante la estación seca. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 13(6):751-760.
- Roldan, V., M. Luna y M. Gasparotti. 2006. Variaciones en perfiles hematológicos de bovinos lecheros de la cuenca del Salado en distintos estados fisiológicos. *REDVET*. 7(12). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (Consultada 07-02-2009).
- Roldan, V., M. Gasparotti, M. Luna, F. Piérola, J. Sola, C. Papel y M. Pinto. 2005. análisis del perfil hematológico de vacas gestantes de la región centro de Santa Fe. *REDVET*. 6(12). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (Consultada 07-02-2009).
- Sánchez, N., M. Tantalean, A. Chávez y A. Soto. 2009. Presencia de *Cotylophoron cotylophorum* (Trematoda, Taramphistomidae) en bovinos de Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 16(1):141-142.
- Sánchez, A., C. M. Arraga, D. Gracia, D. Pino, R. Villaruel y J. Boscán. 2004. Observaciones clínico patológicas en vacas con hematuria enzoótica bovina. *Revista Científica*. 14(4): 1-19.
- Sandoval, E., O. Verde, M. Barrios, L. Domínguez, O. Camacaro, O. Márquez y D. Sánchez. 2008. Situación sanitaria en rebaños vacunos de doble propósito en el estado Yaracuy. *Memorias LVIII Convención Anual AsoVAC*. Instituto Universitario de Tecnología del estado Yaracuy. San Felipe estado Yaracuy, Venezuela.
- Sandoval, E., D. Jiménez, C. Araque, L. A. Pino y G. Morales. 2005. Ganancia de peso, carga parasitaria y condiciones hematológicas en becerras suplementadas con bloques multinutricionales. *Revista electrónica veterinaria REDVET*. 6(7). <http://www.veterinaria.org/revista/redvet>. (consultada 03-02-2009)
- Sandoval, E. 2004. Prevalencia de las estrongilosis digestivas y distomatosis hepática en bovinos del municipio José Antonio Páez del estado Yaracuy. Tesis Doctoral. Posgrado Integrado en Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 144p.
- Sandoval, E., E. Espinoza, N. Gonzáles, G Morales, W. Montilla y D. Jiménez. 1998. Encuesta serohematológica en bovinos tripanosusceptibles de dos unidades agroecológicas del valle de Aroa. *Revista Científica*. FCV-LUZ. 8(3):253-258.

- Sandoval, E., W. Montilla y D. Jiménez. 1997. Evolución de las parasitosis, hematología y crecimiento en becerros predestete en una finca de doble propósito ubicada en la unidad agroecológica 3I61 del valle de Aroa. *Veterinaria Tropical*. 22(2):101-118.
- Sandoval, E., A. Valle y R. Medina. 1995. Evaluación hematoquímica en vacas con problemas de fertilidad en dos unidades agroecológicas del Bajo Tocuyo, estado Falcón. *Veterinaria Tropical*. 20(1):95-107.
- Schalm, O., N. Jain y E. Carroll. 1981. *Hematología veterinaria*. Buenos Aires. Editorial hemisferio Sur. p. 856.
- Shirley, R., J. Easley, J. McCall, G. Davis, W. Kirk y M. Hodges. 1988. Phosphorus fertilization on pangolagrass pastures and phosphorus, calcium, hemoglobin and hematocrit in blood of cows. *Journal of animal Science*. 27(1):757-765.
- Toro, M. 1990. Seroepidemiología de los hemoparásitos en Venezuela. *FONAIAP Divulga*. 12:27-28.
- Valle, A. 2008. *Bioclimatología tropical vacuno*. Ed. Alberto Valle. Industria Grafica Industrial CA: 295-304.
- Vásquez, L. 1998. Patología reproductiva en el ganado lechero. *Buiatría*. 1(1):29-34.
- Viamonte, M., H. Fajardo, G. Rondon, R. Quiñónez, L. García y E. Sánchez. 2001. Observaciones hematoquímicas en rebaños de vacas lecheras con frecuentes estados de anemia. *Revista de Producción Animal*. 13(1):83-86.
- Walters, T., M. Olivares, P. Pizarro and C. Muñoz. 1997. Iron anemia and infection. *Nutrition Reviews*. 55(4):11-124.

Clasificación por el método Famacha y su relación con el valor de hematocrito y recuento de h.p.g. de ovinos criados en condiciones de pastoreo

Gustavo Morales¹, Ana T. Guillen^{1*}; Antonio Pinho², Luz Pino¹ y Flor Barrios¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. INIA, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. CENIAP, Sanidad Animal, Laboratorio de Parasitología, Av. Las Delicias, Maracay (Venezuela).

*Correo electrónica: teresaanal@hotmail.com.

²Médico Veterinario en ejercicio libre.

RESUMEN

En una finca dedicada a la producción de bovinos y ovinos ubicada en el municipio Palmasola, al sudeste del estado Falcón; se realizó el análisis coproparasitológico cuantitativo con la técnica de McMaster con solución salina sobresaturada como líquido de flotación, determinación del valor del hematocrito por el método de microhematocrito por centrifugación y comparación del color de la conjuntiva ocular con la carta Famacha de 164 ovinos: 82 de la raza Bergamasca, 41 West African y 41 mestizos Bergamasca x West African. La integración de la información obtenida, permitió la discriminación de tres categorías de ovinos al interior del rebaño: resistentes, resilientes y sensibles. Esta clasificación se realizó primero a mano y luego se sometió al método multivariado de análisis discriminante. La fracción de ovinos resistentes resultó dominante al interior del rebaño (82,31%), seguida de los resilientes (12,8%) y por último la correspondiente a los sensibles (4,87%), concentrándose este último grupo en los ovinos de la raza Bergamasca. La coloración de la conjuntiva ocular reflejó de manera adecuada el valor del hematocrito, validando positivamente el uso de la carta Famacha como una herramienta útil en el control del parasitismo gastrointestinal en ovinos bajo nuestras condiciones. Los recuentos de h.p.g resultaron similares entre los grupos resilientes y sensibles, pero muy superiores a dichos recuentos en los animales resistentes. La selección de los animales a tratar con antihelmínticos mediante el color de la conjuntiva ocular ocasiona una drástica reducción de la contaminación del pastizal, ya que en los animales cuya conjuntiva ocular es rosada, rosada pálida o blanca se observaron los recuentos de h.p.g mas elevados.

Palabras clave: *Haemonchus contortus*, Famacha, resistente, resiliente, sensible, conjuntiva ocular, hematocrito, recuento de h.p.g, ovinos, control del parasitismo gastrointestinal.

Classification by Famacha method and their relationship among haematocrit value and the e.p.g. counts in sheep reared under grazing conditions

ABSTRACT

The present work was carried out in a farm where cattle and sheep are reared simultaneously, located in Palmasola municipium, Falcón state. All 164 sheep (82 Bergamasca, 41 West African and 41 cross breed Bergamasca x West African) were submitted to McMaster counting technique with a oversaturated saline solution as flotation liquid. Determination of the haematocrit values was done by means of the microhematocrit centrifugation method. The color of the ocular mucous membrane of each examined sheep was compared with the color chart called Famacha in order to evaluate the degree of anaemia clinically by classifying the color of the conjunctivae ocular membrane. The integration of these different criteria were made prior by hand and after by means of multivariate methods

(Discriminant Analysis) allowed the classification of sheep in three groups: resistants, resilient and sensitive. The fraction within the flock of resistants sheep was dominant (82,31%), followed by the resilient (12,8%) and for the sensitive ones in the last place (4,87%). The sensitive fraction of sheep was observed in the Bergamasca breed. The coloration of the conjunctive ocular reflected in an appropriate way the value of the haematocrit, validating the use of the Famacha chart positively as a useful tool in the control of the gastrointestinal parasitism in sheep reared under our conditions. The e.p.g. counts among the resilient and sensitive groups were similar, but very superior to this one in the resistants animals. The selection of the animals to drench with anthelmintic by means of the color of the conjunctive ocular causes a drastic reduction of the contamination of the pasture, given that the animals whose conjunctive ocular were pink, pink white or white the e.p.g counts were the highest.

Keywords: *Haemonchus contortus*, Famacha, resistant, Resilient, Sensitive, Conjunctive ocular, haematocrit, e.p.g count, gastrointestinal parasitism control.

INTRODUCCIÓN

Las parasitosis ocasionadas por helmintos de ciclo directo afectan a los rumiantes domésticos en todos los países del mundo (Hansen y Perry, 1994) y se les incrimina como una de las principales causas de pérdidas económicas en las regiones tropicales (FAO, 2003), debido tanto a la reducción en el consumo como en la eficiencia de utilización de los alimentos (Preston y Leng, 1989). En el caso particular de los pequeños rumiantes, el parasitismo gastrointestinal se considera como una de las patologías que causa las mayores pérdidas económicas por ocasionar disminución de la fertilidad y muerte en animales jóvenes (Mondonnet, 1995), además de afectar negativamente la tasa de crecimiento, la producción de leche y de lana (Gruner y Cabaret, 1985), lo cual ha contribuido a la frecuente práctica de los tratamientos masivos bajo la falsa premisa que “si un animal esta parasitado, todos lo están”, generalmente asociados a dosificaciones incorrectas e innecesarias en muchos animales (Morales *et al.*, 1998), favoreciendo la aparición de quimioresistencia (Coles y Roush, 1992; Viera y Cavalcante, 1999).

Esta práctica de tratamientos masivos es totalmente injustificada, ya que los niveles de infestación parasitaria no son similares, ni siquiera al interior de una misma raza y sexo, aunque se trate de animales de semejantes condiciones fisiológicas y edad, puesto que la agregación de los parásitos en el seno de la población hospedadora es algo común que se traduce en que una fracción del rebaño concentra las mayores cargas y el resto esta negativo o con niveles de infestación leves o moderados (Cabaret y Morales, 1983; Barger, 1985; Morales, 1989), fracción esta que

es siempre inferior al 20% del total de animales del rebaño (Roberts y Swan, 1982).

Para diversos autores los niveles de infestación parasitaria por estróngilos digestivos hematófagos se correlacionan negativamente con parámetros hematológicos como el valor del hematocrito (Luffau *et al.*, 1981; Mondonnet, 1995; Morales *et al.*, 2002b), por consiguiente, la medida de este parámetro hematológico puede ser empleada como un indicador indirecto de la resistencia a la infestación parasitaria, especialmente en aquellas producciones en las cuales estén presentes especies parásitas hematófagas como el *Haemonchus contortus* (Morales *et al.*, 2002a; Morales y Pino, 2009a).

La observación de Malan y Van Wyk (1992), quienes refieren la existencia de correlación entre el color de la conjuntiva ocular, valor del hematocrito y nivel de infestación por *Haemonchus contortus*, así como la asociación del color de la conjuntiva ocular con el valor hematocrito, permite establecer distintos niveles de anemia producida por *Haemonchus contortus* mediante la observación de dicha mucosa (Van Wyk y Bath, 2002).

Este hallazgo permitió desarrollar el método de control parasitario conocido como Famacha (Bath *et al.*, 2001), en el cual se utiliza la estandarización de los niveles de anemia según los colores de la conjuntiva ocular y cuya finalidad es la de identificar clínicamente al interior del rebaño a los animales resistentes, resilientes y sensibles de manera de optimizar los tratamientos selectivos y disminuir el uso del recurso del laboratorio.

Entendiéndose como resistencia, la habilidad del animal para resistir el establecimiento de las larvas

infectantes de los esatróngilos digestivos (L3) o sobre el posterior desarrollo de dichas larvas al estado adulto (Mandonnet, 1995; FAO, 2003). Los animales resistentes además de limitar la carga parasitaria, disminuyen el nivel de postura de las hembras (Morales *et al.*, 2006a; 2006b; Morales y Pino, 2009a). Resiliencia, la habilidad del animal de mantener niveles productivos aceptables aún albergando altas cargas parasitarias.

Clínicamente, el animal se manifiesta saludable (FAO, 2003; Morales *et al.*, 2006a; 2006b; Morales y Pino, 2009a) y, Acumuladores de Parásitos o Wormy Animals, la fracción de animales que al interior del rebaño concentra elevadas cargas parasitarias con manifestación de síntomas clínicos y por ende con deterioro de sus cualidades productivas (Morales *et al.*, 1998; 2006a; 2006b; Morales y Pino, 2009a), a estos animales también se les denomina sensibles se debe destacar que el método Famacha al detectar solo anemia como una manifestación del efecto *Haemonchus* es más una medida de tolerancia que de resistencia (Bisset, 2000).

El objetivo del presente trabajo es el de validar bajo condiciones de campo y análisis de laboratorio (hematocrito y coproscopía cuantitativa), la utilidad del método Famacha en un rebaño con antecedentes de parasitismo gastrointestinal con presencia de especies hematófagas como *Haemonchus contortus* y *Oesophagostomum columbianum*, a fin de identificar animales resistentes, resilientes y sensibles al interior del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la finca

El muestreo se realizó en una finca ubicada en el municipio Palmasola al sudeste del estado Falcón, con una superficie de 50 hectáreas y *Brachiaria humidicola* como pasto predominante.

Esta explotación ovina ha confrontado serios problemas debidos al parasitismo gastrointestinal según información suministrada por el productor y resultados emitidos por el Laboratorio de Parasitología y Enfermedades Parasitarias, Decanato de Ciencias Veterinarias, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado UCLA, estado Barquisimeto, Venezuela indicaron la presencia del *Haemonchus contortus*.

Animales a muestrear

Se realizó la evaluación de todo el rebaño, tanto hembras como machos de todas las edades, de las razas Bergamasca, West African y mestizos Bergamasca x West African, representando un total de 164 animales.

Métodos parasitológicos

Las muestras de heces fueron tomadas directamente del recto de los animales y debidamente identificadas fueron transportadas en refrigeración hasta el Laboratorio de Parasitología de Sanidad Animal, CENIAP-INIA, en el cual se mantuvieron a 4°C hasta su procesamiento en un lapso de 48 horas. Como técnica coproscópica se utilizó el método cuantitativo de McMaster y como líquido de flotación una solución salina sobresaturada (NaCl). El recuento de huevos por gramo de heces (h.p.g.), permitió establecer los niveles de infestación por animal examinado (Hansen y Perry, 1994; Morales y Pino, 2009a):

Negativos:	0 h.p.g.
Infestación Leve:	50 a 200 h.p.g.
Infestación Moderada:	> 200 a 800 h.p.g.
Infestación Alta:	> 800 h.p.g.

Para verificar la presencia de *Haemonchus contortus* en la población hospedadora objeto de estudio, se realizó el coprocultivo de un pool de heces de las muestras con los conteos de h.p.g. más elevados, para lo cual las heces fueron mezcladas en partes iguales con vermiculita, humedecidas hasta formar una consistencia pastosa y colocadas en un recipiente plástico en una estufa a 28°C por 10 días. La recuperación de las larvas se realizó mediante la técnica de Baermann, identificándose al examen microscópico empleando claves morfológicas y morfométricas (Morales y Pino, 1977; 2009a).

Para la búsqueda de parásitos adultos de *Haemonchus contortus* se realizó la necropsia a 3 animales cuyas conjuntivas oculares presentaban coloración blanca. El abomaso de cada animal fue separado del resto del tracto gastrointestinal para examinar cuidadosamente su contenido. Para la identificación de los parásitos se emplearon las claves señaladas por Gibbons (1979); Morales *et al.*, (1992) y Morales y Pino (2009a).

Hematocrito

Una muestra de sangre de cada animal fue extraída directamente por punción yugular, empleando tubos vacutainer con anticoagulante EDTA y los valores de hematocrito (%) se determinaron por medio de la técnica de microhematocrito por centrifugación (Hansen y Perry, 1994; Morales y Pino, 2009a).

A las muestras de sangre con valores de hematocrito por debajo de 25% se les realizó descarte de hemoparásitos por métodos parasitológicos directos (Guillén *et al.*, 2001).

Coloración de la conjuntiva ocular

Siguiendo las recomendaciones establecidas por los creadores del método Famacha, se realizó la

inspección de la mucosa de la conjuntiva ocular para la observación del color de la misma y compararlo con las coloraciones de la carta guía, la cual presenta una escala de cinco colores que va desde el rojo (1); rojo pálido (2); rosado (3); rosado pálido o blanco rosado (4) y blanco (5) Batch *et al.*, 2001, (Figura), cuya correspondencia con los rangos de valores del hematocrito son conocidos (Van Wyk y Bath, 2002).

Clasificación inicial de los ovinos

Para la clasificación inicial de los ovinos como resistentes, resilientes o acumuladores de parásitos se utilizaron los resultados de la coproscopía cuantitativa

y el valor hematocrito como variables cuantitativas y el color de la conjuntiva ocular como variable cualitativa, de acuerdo al siguiente esquema:

Carga Parasitaria	Valor Hematocrito (%)	Color Conjuntiva ocular	Clasificación
Negativo , leve ó moderada	> 23	Entre 1 y 2	Resistente
Alta	> 23	Entre 1 y 2	Resiliente
Alta	< 22	3 , 4 , 5	Sensible



Figura. Inspección de la mucosa de la conjuntiva ocular y comparación con las coloraciones de la carta Famacha.

Análisis de los datos

En base a las condiciones anteriores se realizó la clasificación manual de los animales (grupos *a priori*) en las diferentes categorías. Con esta clasificación preliminar y por medio de un análisis discriminante se obtuvieron las funciones discriminantes de cada categoría (InfoStat, 2004), las cuales fueron empleados para la ubicación definitiva de cada animal bajo la condición de resistente, resiliente o sensible.

Con la ubicación definitiva de cada animal en la categoría correspondiente se realizaron los análisis estadísticos respectivos, se procedió a evaluar el ajuste a una distribución normal de las variables cuantitativas (conteos de h.p.g., valor del hematocrito) mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov (Domenech, 1982), resultando no ajustada a la distribución normal en el caso de los hpg y ajustada en el caso del valor hematocrito. Con la finalidad de validar la utilidad de la carta Famacha en condiciones de campo, se realizó la evaluación del efecto del nivel de infestación parasitaria (0=negativo; 1=leve; 2= moderado; 3=alto), color de la conjuntiva ocular (grados 1 al 5) y condición de resistente, resiliente o acumulador sobre el valor hematocrito mediante un análisis de varianza factorial (Domenech, 1982).

Como prueba de rangos múltiples para la separación de medias *a posteriori* se recurrió a la prueba de Bonferoni a un nivel $\alpha = 0,05$ (InfoStat, 2004). Considerando, las recomendaciones de la carta Famacha sobre la selección de los animales a tratar, se utilizó el color de la conjuntiva ocular para realizar la selección de la fracción de animales a tratar y para

establecer los valores promedios de los conteos de hpg y del valor hematocrito correspondiente a cada grupo conformado (tratar y no tratar).

La comparación entre los recuentos de huevos de ambos grupos se realizó con la prueba U de Mann y Whitney, mientras que la comparación entre los conteos de huevos por gramo de heces (hpg) entre animales resistentes, resilientes y sensibles o acumuladores como criterio evaluador del efecto contaminante del pastizal por cada categoría de animal, se hizo mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis (Morales y Pino, 1995; 2009b). En todos los análisis estadísticos se empleó el paquete para análisis de datos InfoStat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el coprocultivo se evidenció la presencia de larvas (L3) de *Haemonchus* y en las tres necropsias parasitológicas se identificó a la especie *Haemonchus contortus*. Del total de animales examinados y con identificación del grupo racial (n= 164), 135 (82,31%) resultaron resistentes, 21 (12,8%) resilientes y 8 (4,87%) sensibles.

La condición de resistente o de resiliente fue observada en todos los grupos raciales, mientras que los sensibles o acumuladores de parásitos se concentraron en la raza Bergamasca (Cuadro 1). El valor del hematocrito resultó similar entre resistentes ($X= 30,36\%$) y resilientes ($X=28,52\%$), pero muy superior y con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los animales sensibles ($X= 12,75\%$, Cuadro 2).

Cuadro 1. Condición de resistente, resiliente o sensible de acuerdo al grupo racial de un rebaño ovino a pastoreo.

Grupo Racial	Resistente	Resiliente	Sensible	Totales
Bergamasca	67	7	8	82
Bergamasca x West African	40	1	0	41
West African	28	13	0	41
Totales	135 (82,31%)	21 (12,8%)	8 (4,87%)	164

* Dos animales sin identificación de grupo racial.

Cuadro 2. Comparación del valor hematocrito y recuento de huevos por gramo de heces de estróngilos digestivos de acuerdo a la condición de resistente, resiliente o sensible en un rebaño ovino a pastoreo.

Condición	Hematocrito	Símbolo	Rhpg	Símbolo
Resistente	30,36	B	121,43	A
Resiliente	28,52	B	3314,3	B
Sensible	12,75	A	6068,8	B

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Rhpg : recuento de huevos de estróngilos digestivos por gramo de heces.

Al considerar el mismo parámetro hematológico, pero utilizando al color de la conjuntiva ocular como variable de clasificación, observamos la conformación de cinco grupos estadísticamente diferentes para el valor hematocrito (Grupo A: conjuntiva blanca; Grupo AB: conjuntiva rosado pálida; Grupo B: conjuntiva rosada; Grupo C: conjuntiva rojo pálida y Grupo D: conjuntiva roja y solo tres grupos para los recuentos de h.p.g., destacando el hecho de que con un valor hematocrito superior, los ovinos con conjuntiva rojo pálida tuvieron un recuento de h.p.g. similar al de las ovejas con conjuntiva ocular rosada (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se observa que en los animales clasificados como sensibles o acumuladores, el color de la conjuntiva ocular oscilo desde rosado hasta blanco, mientras que en los resistentes va del rojo al rosado y en los resilientes del rojo al rojo pálido.

Al comparar los recuentos de h.p.g., se encontraron valores similares entre resilientes y sensibles pero muy superiores ($P < 0,05$) a los conteos de los animales resistentes (Cuadro 2). La comparación entre los recuentos de h.p.g. de la fracción de ovinos que según la coloración de la conjuntiva ocular requieren tratamiento con respecto a los que no lo requieren resultó con diferencias estadísticamente significativas, evidenciándose el impacto de la escogencia de la fracción de animales a tratar sobre la contaminación del pastizal (Cuadro 5).

Los resultados a las técnicas directas no evidenciaron la presencia de hemoparásitos en los animales con valores de hematocrito indicativos de anemia.

El parasitismo gastrointestinal de los ovinos es ocasionado en nuestro país por diferentes especies de nematodos que incluye representantes de al menos tres

familias diferentes (Trichostrongylidae, Strongylidae y Ancylostomatidae), de las cuales por su riqueza específica y frecuencia le corresponde la mayor importancia a los trichostrongilidos (Morales, 1989), siendo las infestaciones pluriespecíficas el caso más frecuente en condiciones naturales (Pino *et al.*, 1986; 1998 ; Morales y Pino, 2003). Al interior de la comunidad de parásitos, la especie *Haemonchus contortus* figura entre las de mayor importancia numérica y es por tal motivo considerada como una de las especies dominantes en Venezuela (Pino *et al.*, 1986; Morales y Pino, 1987; Morales, 1989), evidenciándose su presencia en la explotación ovina en la cual se desarrolló el presente trabajo, tanto por la identificación de larvas infectantes (L3), como por la identificación de especímenes adultos a nivel del abomaso, lo cual era un requisito indispensable para poder utilizar la carta guía de colores de la conjuntiva ocular conocida como Famacha, a fin de evaluar los grados de anemia causados por la presencia de parásitos hematófagos y muy específicamente de la especie *H. contortus* (Bath *et al.*, 2001).

Otro aspecto de relevante interés lo constituye el hecho de que al interior del rebaño tan solo una pequeña fracción del mismo alberga las mayores cargas, pero unos con manifestaciones clínicas (sensibles o acumuladores de parásitos) y otros, que aun soportando cargas parasitarias altas no manifiestan sintomatología clínica (resilientes), lo cual reviste gran importancia epidemiológica debido a que ambas categorías de animales juegan un papel como contaminadores del pastizal y para la realización de tratamientos selectivos al menos del grupo que expresa sintomatología clínica (Morales *et al.*, 1998).

Cuadro 3. Valores del hematocrito y recuento de los hpg en ovinos discriminados de acuerdo al color de la conjuntiva ocular.

Color Conjuntiva ocular	n	Hematocrito	Símbolo	Rhpg	Símbolo
Rojo	119	31,87 (32)	D	422 (50)	A
Rojo Pálido	28	25,8 (26)	C	1.259 (100)	AB
Rosado	11	20,09 (20)	B	3.795 (150)	AB
Rosado Pálido	1	13,00 (13)	AB	1.150 (1.150)	B
Blanco	5	9,80 (12)	A	1.350 (1.250)	B

() = mediana.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Cuadro 4. Condición de resistente, resiliente o sensible y requerimiento de tratamiento antihelmíntico de acuerdo a la carta Famacha y recuento de h.p.g en ovinos a pastoreo.

Color Conjuntiva	Resistente	Resiliente	Sensible
Rojo	104	15	0
Rojo Pálido	22	6	0
Rosado	9	0	2
Rosado Pálido	0	0	1
Blanco	0	0	5
Tratamiento Antihelmíntico			
Tratar	9	0	8
No Tratar	126	21	0

Cuadro 5. Comparación entre los recuentos de huevos por gramo de heces de la fracción de animales seleccionados para ser tratados y no tratados en función del color de la conjuntiva ocular.

Color Conjuntiva Ocular	Desparasitar	n	Rhpg
Rosado			
Rosado Pálida	Si	17	2920,6 (250)
Blanco			
Rojo			
Rojo Pálido	No	147	583,8 (50)
W	1843	P	0,009***

Rhpg: recuento de huevos de estrongilos digestivos por gramo de heces.

n: número de ovinos en cada lote.

W: estadístico de prueba (Wilcoxon Mann-Whitney).

P: probabilidad.

*** = altamente significativo.

El rebaño objeto de estudio está conformado por ovinos de las razas West African, Bergamasca y de mestizos West African x Bergamasca y la condición de resistente o de resiliente resultó independiente del grupo racial, sin embargo, fue en la raza Bergamasca en donde se encontró la fracción del grupo de animales sensibles o acumuladores de parásitos.

Cabe señalar que, el hecho de que en la raza Bergamasca también se observó un grupo de individuos resistentes, confirma que la resistencia a la infestación parasitaria es variable tanto entre razas diferentes como entre individuos de la misma raza (Baker, 1999), lo cual, con el conocimiento de la naturaleza genética y por consiguiente heredable de dicha condición (Stear y Murray, 1994), implica la necesidad de incorporar el criterio de condición de helminto resistentes en los programas de selección de reproductores, además de los requisitos de índole zootécnica (Baker, 1999; Gray, 1997; FAO, 2003; Morales *et al.*, 2005).

Entre ovejas acumuladoras de parásitos y resilientes no se encontraron diferencias significativas con respecto a las cargas parasitarias pero sí con respecto al valor hematocrito (resilientes > acumuladores). El hecho que el valor hematocrito de los animales incluidos en la categoría de resilientes sea similar al valor de dicho parámetro en los animales considerados resistentes y muy superior con respecto al de los acumuladores, refleja la buena adaptabilidad al medio de la categoría de los resilientes, razón por la cual se les considera tolerantes (FAO, 2003), pero esa tolerancia es también una limitante para el control eficaz del parasitismo, ya que los resilientes tienen un alto poder contaminador del pastizal, pero al no manifestar sintomatología clínica no pueden ser incluidos dentro de los tratamientos selectivos (FAO, 2003).

Al comparar el valor hematocrito utilizando el color de la conjuntiva ocular como variable de clasificación (carta Famacha), observamos una excelente relación entre el color de la conjuntiva y el valor hematocrito, tal como fue reportado por Van Wyk y Bath (2002), destacando el hecho de que los animales con la conjuntiva color rojo pálido y rosado, aunque presentaron similares cargas parasitarias, su valor hematocrito resultó diferente (rojo pálido > rosado), lo que nos permite suponer que en el caso de la conjuntiva rojo pálida estamos frente

a animales resilientes y en los de color rosado se trata de animales sensibles o acumuladores.

La eficacia del uso de la carta Famacha en el control parasitario mediante el tratamiento selectivo de la fracción del rebaño con conjuntivas que van del color rosado al blanco, nos indica que al interior del rebaño tan solo 17 animales requerían tratamiento antihelmíntico, todos con un valor de hematocrito bajo y cargas parasitarias altas, sin embargo, quedarían sin tratar aquellos animales tolerantes a la infestación parasitaria, es decir que aun soportando altas cargas parasitarias su valor de hematocrito y su reflejo a través del color de la conjuntiva ocular indicaban que no ameritaban ser tratados.

El tratamiento de la fracción seleccionada por el color de la conjuntiva ocular, que representó tan solo 10,4 % (17/162) del rebaño, garantiza una reducción de la contaminación del pastizal del 80%. Ahora bien, el hecho de que 9 animales considerados resistentes por no albergar cargas parasitarias elevadas presentaron conjuntiva ocular de color rosado y por consiguiente ubicados dentro de la fracción que requiere tratamiento, nos indica que la anemia no es de origen parasitario y por ende se recomienda que frente a este tipo de situaciones se realicen ensayos más profundos para determinar el origen de la anemia.

El no aplicar antihelmínticos al 89,6 % del rebaño, además de la reducción en los costos de producción garantiza la presencia de poblaciones parasitarias en refugio a nivel del pastizal, es decir, que no han estado en contacto con el antiparasitario y por consiguiente no sometidas a la presión de selección que conlleva a la aparición de cepas de parásitos quimioresistentes, disminuyendo el respectivo riesgo (FAO, 2003).

En conclusión el uso de la carta Famacha en explotaciones en las cuales este presente el *Haemonchus contortus* es una buena medida de la resiliencia y de la resistencia, derivado de la fuerte correlación entre la coloración de la conjuntiva ocular y el valor hematocrito (Malan *et al.*, 2000).

El uso del método Famacha constituye una herramienta de gran utilidad dentro de una estrategia a largo plazo tendiente al control sustentable de la strongilosis (Morales y Pino, 2009), eliminando del rebaño a aquellos reproductores que mediante su evaluación periódica y de su descendencia se

manifiesten como sensibles (Morales *et al.*, 2002a; 2002b).

En el caso de los animales resilientes, por su tolerancia a niveles de infestación elevada, la utilización de la carta Famacha también permite su selección, los cuales en condiciones tropicales y húmedas requieren menor número de tratamientos antihelmínticos en periodos de tiempo y desafío parasitario, que la categoría de los sensibles (Bisset y Morris, 1996), representando una interesante alternativa para la producción ovina bajo nuestras condiciones ambientales.

RECOMENDACIONES

La utilización de la carta FAMACHA requiere del conocimiento previo de la presencia de parásitos hematófagos en la explotación, mereciendo especial énfasis el género *Haemonchus*, es por ello, que la realización de necropsias y/o cultivo de larvas sean de interés.

Conociendo que la distribución de los parásitos en el seno de la población de hospedadores es en agregados, la escogencia de un animal con sintomatología clínica evidente y su sacrificio para la realización de una necropsia parasitaria es una vía adecuada para conocer la fauna parasitaria presente en la explotación.

La carta FAMACHA no permite discernir entre resilientes y resistentes, ya que para ubicar las categorías al interior del rebaño se requiere realizar tanto la coproscopía cuantitativa como la determinación del valor del hematocrito.

Aquellos animales que resulten sensibles deben ser descartados como reproductores debido al carácter heredable de esta condición y eliminados del rebaño ya que, además de requerir tratamientos antihelmínticos con mayor frecuencia, al concentrar altas cargas parasitarias incrementan la contaminación de los pastizales.

Los animales resilientes merecen una cuidadosa atención y riguroso manejo debido a que también concentran altas cargas parasitarias, teniendo un poder contaminante del pastizal similar al de los sensibles y por consiguiente después de ser identificados solo deberían tener acceso a potreros con animales adultos cuya condición sea la de resistente.

AGRADECIMIENTO

Queremos dar nuestro agradecimiento a la Srta. Amanda Álvarez, por su colaboración en el procesamiento de las muestras y al Sr. Raúl Vázquez por su colaboración en los traslados y toma de muestras durante el desarrollo de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Baker, R. 1999. Genetic resistance to endoparasites in sheep and goats in the tropic and evidence for resistance in some sheep and goats breeds in sub-humid coastal Kenya. *Animal Genetic Resources Information*; 24: 13-30.
- Barger, J. 1985. The statistical distribution of trichostrongylid nematodes in grazing lambs. *International Journal for Parasitology*; 15: 645-649.
- Batch, G., J. Hansen, R. Krecek, J. Vanwyk and A. Vatta. 2001. Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats. Final report of F.A.O Technical Cooperation in Africa. Project No. TCP/ SAF/8821 (a), F.A.O; Roma; p 90.
- Bisset, S. and C. Morris. 1996. Feasibility and implications of breeding sheep for resilience to nematode challenge. *International Journal for Parasitology*; 26: 857-868.
- Bisset, S. 2000. Practical ways of implementing identification of host resistance in sheep and its use in breeding programmes. in: "F.A.O TCP Workshop Sustainable Worm Control Programmes for Sheep and Goats" South Africa; pp 16-21.
- Cabaret, J. and G. Morales. 1983. Stratégie comparée des infestations naturelles par *Teladorsagia circumcincta* et *T. trifurcata* chez les ovins. *Parasitologia*; 25: 171-177.
- Coles, G. and R. Roush. 1992. Slowing the spread of antihelmintic resistant nematodes of sheep and goats in the United Kingdom. *The Veterinary Record*; 130: 505-510.
- Doménech, J. 1982. Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores. Editorial Herder, Barcelona, España; p 648.

- FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal; No. 157, Roma; p 52.
- Gibbons, L. 1979. Revision of the genus *Haemonchus*, Cobb, 1898 (Nematoda: Trichostrongylidae). Systematic Parasitology; 2: 219-252.
- Gray, G. 1997. Genetic resistance to haemonchosis in sheep. Parasitology Today; 8: 253-255.
- Gruner, L. and J. Cabaret. 1985. Current methods for estimating parasite populations: potential and limits to control gastrointestinal and pulmonary strongyles of sheep on pasture. Livestock Production Science; 13: 53-70.
- Guillén, A. T., E. León, W. Aragort y M. Silva. 2001. Diagnóstico de hemoparásitos en el Instituto de Investigaciones Veterinarias. Período 1986-2000. Veterinaria Tropical; 26(1): 47-72
- Hansen, J. and B. Perry. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya; p 171.
- InfoStat. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Luffau, G., P. Perry and A. Petit. 1981. Self-cure and immunity following infection and re-infection with ovine haemonchosis. Veterinary Parasitology; 9: 57-67
- Malan, F. and J. Van Wyk. 1992. The packed cell volume and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. Proceedings of the South Africa Veterinary Association. Biennial National Veterinary Congress, Grahamstown; 139 pp.
- Malan, F. S., J. A. Van Wyk and C. D. Wessel. 2000. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials in: " F.A.O TCP Workshop Sustainable Worm Control Programmes for Sheep and Goats" South Africa; pp 34-39.
- Mandonnet, N. 1995. Analyse de la variabilité génétique de la résistance aux strongles gastro-intestinaux chez les petits ruminants. Eléments pour la définition d'objectifs et de critères de sélection en milieu tempéré ou tropical. Thèse Docteur en Sciences. Université de Paris XI, Orsay (France) ; p 115.
- Morales, G. y L. A. Pino. 1977. Manual de diagnóstico helmintológico en rumiantes. Edit. Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Aragua, Venezuela; p 101.
- Morales, G. y L. Pino. 1987. Eco-epidemiología de *Haemonchus contortus bahiensis*, ecotipo presente en ovinos de zonas áridas de Venezuela. Memorias Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro; 82 (3): 359-369.
- Morales, G. 1989. Epidemiología y sinecología de los helmintos parásitos de ovinos y caprinos de zonas áridas del estado Lara (Venezuela). Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela; 36: 10-52.
- Morales, G., L. A. Pinoy A. Bravo. 1992. Diferenciación de especies congénicas de *Haemonchus* mediante funciones discriminantes. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia (FCV-LUZ); 2 (1):53-58
- Morales, G. y L. Pino. 1995. Parasitometría. Editorial de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela; p 224.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval y L. Moreno. 1998. Importancia de los animales acumuladores de parásitos (wormy animals) en rebaños de ovinos y caprinos naturalmente infectados. Analecta Veterinaria; 18:1-6.
- Morales, G., L. Pino, E. León, Z. Rondón, A. Guillén, C. Balestrini y M. Silva. 2002a. Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de reemplazo. Veterinaria Tropical; 27 (2), 87-98.
- Morales, G., L. Pino, E. León, Z. Rondón, A. Guillén, C. Balestrini y M. Silva. 2002b. Niveles de infección parasitaria en ovinos de reemplazo naturalmente infectados. Veterinaria Tropical; 27 (2): 123-135.
- Morales, G. y L. Pino. 2003. Carga parasitaria de nematodos gastrointestinales y la riqueza

- específica en ovinos naturalmente infectados. *Veterinaria Argentina*; 20: 100-108.
- Morales, G., E. Sandoval, L. A. Pino y D. Jimenez. 2005. Utilización de rumiantes domésticos genéticamente resistentes a la infección por estróngilos digestivos en estrategias de control. CENIAP HOY, Número 8. [urt:http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/index.html](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/index.html).
- Morales, G., L.A., Pino, E. Sandoval, J. Florio y D. Jiménez. 2006a. Niveles de infestación parasitaria, condición corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilientes y acumuladores de parásitos en un rebaño Criollo Río Limón. *Zootecnia Tropical*; 24 (3): 333-346.
- Morales, G., L. A. Pino, E. Sandoval, J. Florio y D. Jiménez. 2006b. Niveles de infestación parasitaria y condición corporal en bovinos doble propósito infestados en condiciones naturales. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, ISSN 1695-7504, Vol. VII, N° 04, Abril/2006. <http://veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>.
- Morales, G. y L. A. Pino. 2009a. Nematodos parásitos de los rumiantes domésticos en Venezuela: diagnóstico y control. Editado por Laboratorio de Diagnóstico Veterinario "Aliani". Impreso en Talleres Gráficos Dot Print C.A , Caracas; 143 pp.
- Morales, G. y L. A. Pino. 2009b. Estadística no Paramétrica aplicada a las ciencias de la salud. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas; p102.
- Pino, L., G. Morales, E. Aldana, L. Perdomo y E. Molina., 1986. Caracterización micro ecológica de los nematodos parásitos de ovinos de zonas áridas de Venezuela. (Un nuevo criterio para el control). *Revista Ibérica de Parasitología*; 46: 395-401.
- Pino, L., G. Morales, E. Sandoval y L. Moreno. 1998. Biodiversidad y similaridad en la comunidad de parásitos de ovinos y caprinos naturalmente infectados en zonas áridas de Venezuela. *Veterinaria Tropical*; 23: 109-115.
- Preston, T. y R. Leng. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT) Ltda , Cali , Colombia; p 311
- Roberts, J. and R. Swan. 1982. Quantitative studies of ovine haemonchosis. The interpretation and diagnostic significance of the changes in serial egg counts of *Haemonchus contortus* in a sheep flock. *Veterinary Parasitology*; 9: 211-216.
- Stear, M. J. and M. Murray. 1994. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*; 54: 161-176
- Van Wyk, J. and G. Bath. 2002. The Famacha ° system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research*; 33: 509-529
- Viera, L. and A. Calvacante. 1999. Anthelmintic resistance in goat herds in the state of Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*; 19: 99-103.

Nota Técnica

Seropositividad a *Coxiella burnetii* en cabras de la parroquia Trinidad Samuel del municipio Torres, estado Lara, Venezuela

Mariangel Oropeza¹, Luis Dickson^{2*}, Jesús Maldonado¹ y Andrés Kowalski³

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". UCLA. Decanato de Ciencias Veterinarias. Núcleo Tarabana, Cabudare. Estado Lara, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIA-Lara. Km 7 vía Barquisimeto-Duaca, sector "El Cuji", Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. *Correo electrónico: ldickson@inia.gob.ve.

³UCLA. Decanato de Agronomía, Núcleo Tarabana, Cabudare. Estado Lara, Venezuela.

RESUMEN

Con el fin de descartar *Coxiella burnetii* como posible agente etiológico del alto porcentaje de abortos y nacimientos de crías débiles, reportados por productores tradicionales de cabras de tres sectores de la parroquia Trinidad Samuel del municipio Torres del estado Lara, Venezuela, se llevó a cabo un muestreo de 315 animales de un total 924 caprinos de 7 rebaños con un historial de altos porcentajes de abortos, las cuales fueron sometidas al diagnóstico mediante ELISA indirecto utilizando el protocolo señalado por la casa comercial IDEXX laboratorios. Los resultados mostraron que 191 (60,63%) de las muestras fueron seropositivas a *C. burnetii*. Se encontró una diferencia significativa ($P < 0,05$) en la seropositividad entre los tres sectores bajo estudio, Villa Araure 67,7 %; Sabana Grande 68,2% y Los Aranguéz 32,6%. La seropositividad encontrada en los rebaños bajo estudio fue muy alta si se compara a lo encontrado en la literatura y podría ser la causante de los abortos y nacimiento de crías débiles señaladas por los productores de la zona. Es necesario la realización de un estudio más amplio con el fin de determinar la seroprevalencia en las zonas de producción del estado.

Palabras Clave: Seropositividad, *Coxiella burnetii*, cabras.

Coxiella burnetii seropositivity in goats of Trinidad Samuel county of Torres municipality, Lara state, Venezuela

ABSTRACT

In order to dismiss *Coxiella burnetii* as a possible etiologic agent responsible of the high percentage of abortion and kids born weak reported by traditional goat farmers of three sectors of the Trinidad Samuel County of the Torres Municipality of Lara State of Venezuela, samples of 315 animals were taken from a total 924 goats belonging to 7 herds with a history of high percentage of abortions. Samples were analyzed through Elisa Indirect method using IDEXX laboratory kit. Results showed that 191 (60,63%) of samples were seropositive to *C. Burnetii*. Statical diference ($P < 0,05$) was found for three sector under study, Villa Araure 67,7 %; Sabana Grande 68,2% y Los Aranguéz. 32,6%. Seropositivity was high if compared to found in literature and could be the cause of abortions and weak kids reported by goat farmers. A more profound study is necessary to determine seroprevalence in goat producing zones of the state.

Keyword: Seropositivity, *Coxiella burnetii*, goats.

INTRODUCCIÓN

La Fiebre Q es una enfermedad zoonótica de distribución mundial que es considerada en muchos países un problema de salud pública (OMS,1969). Esta es causada por la *Coxiella burnetti*, un miembro del género de las Rickettsias, que puede infectar a diferentes animales, tanto domésticos como salvajes, considerándose los bovinos, caprinos y ovinos, los principales reservorios en la transmisión a los seres humanos (Yoshie *et al.*, 1991).

La transmisión de la *C. burnetti* a los humanos puede ocurrir por inhalación de partículas aerosoles que resisten varias condiciones ambientales y se diseminan, siendo las fuentes primarias para su difusión, restos de placenta, secreciones vaginales, leche cruda y heces de animales infectados (Rousset *et al.*, 2008). De los animales domésticos señalados comúnmente como reservorios de esta Rickettsia, la exposición a las cabras, entre varios animales domésticos, resultó ser el factor de mayor correlación con la infección de Fiebre Q, según un estudio realizado por Chang *et al.* (2009).

En los animales, la bacteria se localiza fundamentalmente en el útero y en las glándulas mamarias, razón por la cual, la más altas concentraciones del microorganismo se encuentran en la placenta (Buendía, 2003; Roca, 2007). La enfermedad esta asociada a abortos y nacimientos de crías débiles en vacas, ovejas y especialmente en las cabras, las cuales son señaladas como muy susceptibles (Berri *et al.*, 2005 y 2006).

La seroprevalencia encontrada en cabras es muy variable, existen reportes que van desde 4% por Amaya (2005) en Argentina, 35% registrado por Salinas (2002), en México 38% señalado por Masala (2004); en Italia hasta 65,7% reportado por Kalili y Sakaee (2009) en Irán.

En Venezuela no existen reportes de esta enfermedad, sin embargo un diagnóstico participativo realizado con el fin de detectar los principales problemas que aquejaban la producción tradicional de caprinos en la parroquia Trinidad Samuel, del estado Lara (Salas *et al.*, 2006) encontró que uno de los principales problemas señalados por los productores, era el alto porcentaje de abortos y nacimientos de crías débiles. Lo anterior motivó la realización de un estudio que permitiera descartar, entre otros posibles

causantes, la *Coxiella burnetti* como agente etiológico de los síntomas reportados en rebaños de productores tradicionales de cabras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron 7 rebaños de cabras de 3 sectores pertenecientes a la parroquia Trinidad Samuel de Municipio Torres del estado Lara, Venezuela, cuyos productores habían señalado problemas de abortos y nacimientos de crías débiles. La muestra de sangre de 315 cabras se tomó de un total de 924 cabras mestizas, mayores de 6 meses de edad. El tamaño de la muestra fue estimado mediante el programa Epiinfo versión 3.3.2 (2005) para seroprevalencia desconocida.

La muestra de sangre se extrajo por venipunción yugular, usando tubos Vacutainer®. La sangre 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 de anticuerpos de *Coxiella burnetii* mediante la prueba de ELISA indirecto (ELISAI) en el Laboratorio de Diagnóstico Molecular del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

Se utilizó el protocolo señalado por la casa comercial IDEXX laboratorios, para el estuche de detección frente a la fiebre-Q: Q- Fever (*Coxiella burnetii*) Antibody Test Kit que contiene fase I y II cepa Nine Mile de *Coxiella burnetti*. Las diluciones (1:400) del suero problema se incubaron en placas de microtitulación con pocillos tamizados con antígeno inactivado; que posteriormente fueron lavados (lava placas Bioteck EL x 50), para eliminar el material que no quedó unido al antígeno.

Posteriormente, se añadió el conjugado formado por una IgG (Inmunoglobulina G) anti-rumiante unida a la enzima peroxidasa, la cual es susceptible de unirse a los anticuerpos de rumiantes que forman el complejo con el antígeno de *C. burnetii*. El conjugado no unido se eliminó mediante lavado y luego fue añadido el sustrato TMB a los pocillos y se procedió a la lectura (lector de ELISA Bioteck μ Quant).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 315 muestras de sangre sometidas al diagnóstico mediante ELISAI, se encontró que 191 resultaron positivas a *Coxiella Burnetti*, lo que

representa una seropositividad de 60,63%. Estos resultados difieren de los reportados por Salinas *et al.* (2002) en México, quienes en un estudio realizado en el estado de Nuevo León, obtuvieron valores de 35% de seropositividad en fincas con ganado caprino bajo condiciones de manejo tradicional similares a la de este estudio.

Se encontró una diferencia significativa ($P < 0,05$) en los tres sectores muestreados, Villa Araure 67,7%; Sabana Grande 68,2% y Los Aranguéz 32,6%. La diferencia encontrada probablemente se debió a que las áreas de pastoreo del sector Los Aranguéz, aunque relativamente cerca (3 km) de los otros sectores, están separadas por una barrera física (carretera nacional) de los otros 2 sectores bajo estudio y aunque existe cierta movilidad de animales entre estas comunidades, estos no comparten zonas de pastoreo común.

Los hallazgos son importantes porque además de ser el primer reporte de este agente etiológico en cabras en Venezuela, estos podrían ofrecer una explicación a la alta tasa de abortos que reportan los productores de la zona, dada la correlación existente entre la positividad en la serología y el aborto (Rodolakis *et al.*, 2007).

La alta seropositividad encontrada y el hecho que esta es una zoonosis son suficientes para encender las alarmas institucionales y promover un estudio más completo en esta zona y otras zonas productoras del país.

En Irán Kalili y Sakhaee (2009), utilizando el mismo kit de detección en cabras encontraron que todos los rebaños muestreados fueron positivos a Fiebre Q, reportando una seroprevalencia de 65,78%, estos autores concluyeron que el contacto con cabras es un factor de riesgo más importante para el contagio en humanos que el contacto con vacas y que la *C. burnetti* es un fuerte candidato como responsable de los abortos observados en cabras en esta región.

Es importante señalar que los resultados encontrados en este estudio no representan una seroprevalencia, dado que la muestra no fue representativa de toda el área de producción caprina de la región.

CONCLUSIONES

La seropositividad encontrada en los rebaños bajo estudio podría ser la causante de los problemas de

abortos y nacimiento de crías débiles señalados por los productores y que originaron este estudio.

Es necesario la realización de una investigación más amplia con el fin de determinar la seroprevalencia en las zonas de producción del estado Lara y en otros estados productores tradicionales de caprinos.

LITERATURA CITADA

- Amaya, J. 2005. Fiebre Q en Argentina. Informe de Notificación Inmediata del SENASA (*National Agrifood Health and Quality Service*). Buenos Aires, Argentina. <http://www.oie.int/eng/Info/hebdo> (Consulta, mayo 2009).
- Berri, M., D. Crochet, S. Santiago and A. Rodolakis. 2005. Spread of *Coxiella burnetii* infection in a flock of sheep after an episode of Q fever. *Vet. Rec.*157:737.
- Berri, M., E. Rousset, J. L. Champion, P. Russo and A. Rodolakis. 2006. Goats may experience reproductive failures and shed *Coxiella burnetii* at two successive parturitions after a Q fever infection. *Veterinary Science* 83(1): 47- 52
- Buendía, A., A. Souriau, C. Martínez, N. Arrican-Bouveray, A. Rodolaski, J. Navarro y J. Sánchez. 2003. Infección experimental por *Coxiella burnetii* en cabras gestantes. En: XV Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria (SEAPV). Córdoba. p 15.
- Chang, C.-C, P.-S., M.-Y. Hou, C.-C. Lin, M.-N. Hung, T.-M. Wu, P.-Y. Shu, W.-Y. Shih, H.-Y. Lin, J. W.-C. Chen, H.-S. Wu and L.-J. Lin. 2009. Identification of Risk Factors of *Coxiella burnetii* (Q fever) Infection in Veterinary-Associated Populations in Southern Taiwan. *Zoonoses and Public Health* Volume 9999 , Issue 9999.
- Khalili, M. and E. Sakhaee.2009. An Update on a Serologic Survey of Q Fever in Domestic Animals in Iran. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 80(6):1031-1032
- Masala, G., R. Portu, G. Sanna, G. Chessa, G. Cillara, V. Chisu and S. Tola. 2004. Ocurrente, distribution, and role in abortion of *Coxiella burnetii* in sheep and goats in Sardinia, Italy. *Vet. Microbiology.* 99 (3-4): 301-5.

- OMS. Organización Mundial de la Salud 1969. Serie de informes técnicos N° 378. FAO: Estudios Agropecuarios N° 74. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Zoonosis. Tercer informe. GINEBRA. pp 28-31.
- Roca, B. 2007. Fiebre Q. An. Med Interna. 24 (11): 558-560.
- Rodolakis, A., M. Berri, C. Caudron, A. Souriau and y C. Bodier. 2007. Comparison of *Coxiella burnetii* shedding in milk of dairy bovine, caprine and ovine herds. J. Dairy Sci. 90: 5352-5360.
- Rousset, E., M. Berri, B. Durand., P. Dufour., M. Prigent, T. Delcroix, A. Touratier and A. Rodolakis. 2008. Characteristics of *Coxiella burnetii* shedding routes and antibody response after Q fever abortion outbreaks in dairy goat herds. Appl. Environ. Microbiol. AEM.00690-08.
- Salas, J. A., L. Dickson, R. D'Aubeterre, G. García, B. Rosas, I. Ortíz, M. Oropeza W. Armas, G. Nouel., J. Rincón y O. Yépez. 2006. Diagnóstico participativo restringido del sistema caprino en la comunidad Villa Araure, Mcpio. Torres Edo. Lara, Venezuela. **In:** V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. 17 al 20 de octubre, Tarabana, estado Lara. Venezuela.
- Salinas, J; R. Avalos, V. Riojas, J. Kawas and H. Fimbres. 2002. Serologic survey in animals of Q fever in Nuevo Leon. Rev. Lat. Microbiol. 44 (2): 75-78.
- Yoshie, K., H. Oda, N. Nagano and M. Matayoshi. 1991. Serological evidence that Q fever agent (*Coxiella burnetii*) has spreads widely among dairy cattle in Japan. Microbiol. Immunolog 35 (7) 577-681.

Índice acumulado de Títulos

Volumen 28

Número 1

Control temporal de moscas (*Musca domestica*) en galpones avícolas mediante nebulizaciones con conidias de *Beauveria brongniartii*. pp 9-15.

Efecto del mes de incubación, caracteres físicos del huevo y almacenamiento, sobre la mortalidad embrionaria en Codornices Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). pp 17-24.

Extracto hipofisiario de Coporo (*Prochilodus mariae*) como agente inductor sustitutivo en la reproducción de su misma especie. pp 25-32.

Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zeamays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. pp 33-41.

Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. pp 43-49.

Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. pp 51-56.

Sustitución de la fuente energética tradicional (maíz) por miel B de caña de azúcar en dietas para cerdos en crecimiento-ceba. pp 57-64.

Composición bioquímica del camarón dulceacuícola *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) sometido a condiciones de cultivo. pp 65-72.

Diversidad genética de *Brycon orbignyanus* en el sistema reproductivo semi-natural, utilizando el marcador RAPD. pp 73-82.

Propiedad fungistática *in vitro* de propóleos sobre tres aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides*. pp 83-91.

Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. pp 93-100.

Comportamiento de los precios de queso de cabra (*Capra hircus*) en la zona de San José de Los Ranchos, municipio Torres estado Lara Venezuela. pp 101-106.

Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. pp 115-127.

Número 2

Reproducción de hembras Brahman en dos rebaños pertenecientes a un programa de mejora genética. pp 141-151.

Utilización de Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) y Cayena (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) en la alimentación de conejos. pp 153-161.

Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877), en lagunas de cultivo. pp 163-171.

Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochidolus mariae*). pp 173-182.

Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba. pp 193-197.

Influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba. pp 193-200.

Factores de riesgo asociados a la prevalencia de Neosporosis Bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy, Venezuela. pp 201-211.

Effect of body weight and sex on rectal digestibility of nutrients and feces output in Mexican Cuino pigs. pp 213-219.

Evaluación de la pesca artesanal con palangre del cangrejo azul (*Callinectes* spp.), en el Puerto de La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela. pp 221-237.

Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condición de cultivo intermareal y submareal. pp. 239-254.

Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. 'Gamelote' en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. pp 255-265.

Respuesta humoral de IgM e IgG en cerdos Criollos Mexicanos y Comercial, predestete sin reto inmunológico inducido. pp 267-273.

Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton). pp 275-281.

Edad y crecimiento del bagre rayado *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio en Venezuela. pp 283-293.

Numero 3

Comportamiento de cinco variedades de caña de azúcar para rendimiento de forraje en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela. pp 303-312.

Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal. pp 313-319.

Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. pp 321-328.

Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. pp 329-339.

Masculinización de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) por inmersión en Fluoximesterona y Testostesterona enantato. pp 341-351.

Agregado de parafina en ceras estampadas y su efecto sobre el labrado de canales y viabilidad de las crías de *Apis Mellifera*. pp 353-361.

Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. pp 363-373.

Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época fresca y seca. pp 375-381.

Primer hallazgo en Venezuela de huevos de *Schistosoma mansoni* y de otros helmintos de interés en salud pública, presentes en heces y secreción mucosa del molusco terrestre *Achatina fulica* (Bowdich, 1822). pp 383-394.

Avaliação genética do crescimento de tilápia do Nilo em condições de baixa temperatura. pp 395-401.

Contribución reproductiva de una progenie de *Brycon orbignyanus* (Cuvier y Valenciennes, 1850) en el sistema reproductivo seminatural usando marcadores microsatélites. pp 403-411.

Márgenes de comercialización del queso artesanal de vaca en unidades de producción familiar en Totoremo, Venezuela. pp 413-420.

Evaluación de vainas y hojas de árboles forrajeros por la técnica de producción de gas *in vitro*. pp 421-426.

Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia). pp 427-437.

Número 4

Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida. Rendimiento y contenido de proteína cruda. pp 449-456.

Parámetros de crecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1980) en el Nororiente Venezolano durante el período 1990 a 2008. pp 457-466.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela. pp 467-475.

Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. pp 477-487.

Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. pp 489-497.

Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). pp 499-505.

Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne. pp 507-512.

Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización en la época calurosa. pp 513-520.

Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Röding 1978), bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras. pp 521-533.

Clasificación morfológica de la anemia en vacunos mestizos de doble propósito criados en una zona de bosque seco tropical. pp 535-544.

Clasificación por el método de Famacha y su relación con el valor de hematocrito y recuento de h.p.g. de ovinos criados en condiciones de pastoreo. pp 445-555.

Seropositividad a *Coxiella burnetti* en cabras de la parroquia Trinidad Samuel del municipio Torres, estado Lara, Venezuela. pp 557-567.

Índice acumulado de Autores

Volumen 28

Aguirre J.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
Albornoz A.	28(1):101; 28(3):413.
Alfonso A.	28(2):173.
Almaguel R. E.	28(1):57; 28(2):183.
Almeida R.	28(3):395.
Aparecido J.	28(1):73; 28(3):403.
Araque C.	28(1):101; 28(3):413.
Arece-García J.	28(1):51.
Armas W.	28(1):101; 28(3):413.
Arocha F.	28(2):283.
Arredondo-Vega B.	28(1):65.
Arriojas L.	28(1):115; 28(2):255.
Barajas R.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
Barcena R.	28(4): 489.
Barón L.	28(1):101.
Barrios A.	28(4): 457.
Barrios C.	28(1):83; 28(3):313.
Barrios F.	28(4): 545.
Barrios M.	28(4): 535.
Bastidas L.	28(3):303.
Bauza R.	28(1):65.
Bazzi L.	28(3):321.
Betancur C. A.	28(2):275.
Bórquez A.	28(4): 499.
Bozzi R.	28(3):321.
Camacaro O.	28(4): 535.
Camacho J.C.	28(3):421.
Canizales S.A.	28(3):427.
Cañizalez L. M.	28(1):9.
Castro A.V.	28(3):353.
Castro F.	28(4): 449.
Celemín J.S.	28(3):427.
Cervantes B.J.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 513.
Chacón T.	28(1):93.
Chalate-Molina H.	28(3):329.
Chaparro L.	28(4): 467.
Chiquieri J.	28 (1):43.
Colina Y.	28(1):93.
Comerma-Steffensen S.	28(1):93.
Corro A.	28(2):201.
Cortés A. M.	28(2):141.
Cova L.	28 (1):9; 28(2): 221.
Cruz E.	28(2):183.
Dávila C.	28(4): 449.
De Basilio V.	28 (1):17, 93; 28(3):363.
De Sousa O.	28(3):303
Delgado A.	28(1):101; 28(3):413.
Díaz C.	28(2):213.

Díaz P.	28(3):321.
Dickson L.	28(4): 557.
Domínguez L.	28(4): 535.
Duran L.	28(4): 467.
Eguaras M. J.	28(3):353.
Entrena I.	28(1):115; 28(2):255.
Escalona J.	28(2):201.
Espino M.A.	28(4): 513.
Espinosa V.	28(3):413.
Farfán C.	28(1):93; 28(3):363.
Flores L.R.	28(4): 513.
Fornari D.C.	28(1):73; 28(3):403.
Fortes-Silva R.	28(3):395.
Franco F.J.	28(3):421.
Galindez R.	28(1):17.
Gallardo-López F.	28(3):329.
García D. E.	28(1):9, 34; 28(2):221; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
García F.	28(2):201.
García T.	28(4): 467.
George J.	28(3):303.
Gil E.	28(1):83.
Gómez A.	28(4): 489.
Gómez G.	28(4): 457.
Gómez M. G.	28(2):141.
González A. R.	28(2):283.
González C. A.	28(2):267.
González D.	28(1):34.
González J.	28(1):25; 28(2):173.
González-Estopiñán M.	28(1):34; 28(2):221.
González-Garduño R.	28(1):51.
Grageola F.	28(2):213.
Graziani C.	28(2):163, 239.
Guedez C. C.	28(1):9.
Guédez J.C.	28(3):313.
Guevara M.	28(1):65; 28(2):163.
Guillen A.	28(4): 545.
Guzmán R.	28(4): 457.
Hernández G.	28(1):25, 34; 28(2):173.
Hernández J.E.	28(3):421.
Homen M.	28(1):115; 28(2):255.
Huerta R.	28(2):213.
Hurtado V. L.	28(1):43.
Itzá M.F.	28(4): 477.
Juárez F.	28(2):193.
Kowalski A.	28(4): 557.

Lang-Ovalle F.P.	28(3):329.
Lara P.E.	28(4): 477.
Lazo de la Vega J.M.	28(4): 499.
Lemus C.	28(2):213, 267.
Liboria M.	28(3):383.
Llanes J.	28(4): 499.
Lodeiros C.	28(2):239; 28(4): 521.
Lopera-Barrero N.	28(1):73; 28(3):403.
Ly J.	28(1):57; 28(2):183, 213.
Maffey M.	28(1):9.
Magaña M.A.	28(4): 477.
Magaña R.	28(4): 489.
Maia M.	28(3):395.
Maldonado J.	28(4): 557.
Mantilla C. L.	28(2):275.
Márquez A.	28(2):283; 28(4): 521.
Márquez O.	28(4): 535.
Martínez G.	28(1):17.
Martínez R.	28(2):153.
Martínez S.	28(3):375; 28(4): 489, 513.
Mederos C. M.	28(1):57; 28(2):183.
Medici S.K.	28(3):353.
Medina L.	28(2):163.
Medina M. G.	28(1):9; 28(2):221.
Mejía K.	28(2):267.
Mejía P.	28(1):17.
Mendoza J.	28(2):283; 28(4): 457.
Mendoza G.D.	28(3):421.
Messia O.	28 (1):25.
Milla D.	28(1):83.
Montoya-Márquez J.A.	28(3):341.
Mora-Delgado J.	28(3):427.
Morales G.	28(3):383; 28(4): 535, 545.
Moratinos P.	28(2):221.
Moreno C.	28(2):163.
Moronta M.	28(1):34.
Mosquera O.	28(2):201.
Nardez R.	28(1):73.
Narváez N.	28(2):239.
Nucamendi-Rodríguez G.B.	28(3):341.
Núñez M.	28(1):65; 28(2):239.
Oliveros I.	28(1):93.
Oliveros Y.	28(3):363.
Oropeza M.	28(4): 557.
Ortega- Jiménez E.	28(3):329.
Oviedo L. E.	28(2):275.
Palmero J.	28(4): 467.
Pedraza R.M.	28(3):421.
Perdomo D.	28(1):34; 28(2):221.
Pereira R.	28(1):73; 28(3):403.

Pérez A.	28(1):25.
Pérez G. A.	28(2):141.
Pérez-Hernández P.	28(3):329.
Piloto J.L.	28(1):57.
Pineda J.	28(1): 83.
Pinho A.	28(4): 545.
Pino L.	28(3):383; 28(4): 545.
Pinto O.	28(3):395.
Pintos-Terán P.	28(3):341.
Pizzani P.	28(2):173.
Plascencia A.	28(4): 489.
Plata F.X.	28(3):421.
Principal J.	28(1):83; 28(3):313.
Quijada T.	28(3):413.
Ramia M.	28(2):255.
Ramírez E.	28(1):65; 28(2):239.
Ramírez H.	28(2):213.
Ramírez J.C.	28(4): 489.
Ramírez L.	28(2):153.
Rea R.	28(3):303.
Ribeiro R. T.	28(1):43.
Rivera A.	28(1):34.
Rocha J.L.	28(3):395.
Rodríguez M. P.	28(1):73.
Rodríguez-Rodríguez M.	28(3): 403.
Rojas J.	28(1): 93.
Romo J. A.	28(2):193; 28(3):375.
Rossini M.	28(1):93.
Rueda M.	28(1):101.
Salmeron Y.	28(2):173.
Sánchez C.	28(4): 467.
Sánchez E.	28(4): 467.
Sánchez J.	28(3):313.
Sandoval E.	28(4): 535.
Sanginés J.R.	28(4): 477.
Santéliz P. M.	28(2):141.
Santos O.	28(2):221.
Santos R.	28(2):153.
Sarlo E.G.	28(3):353.
Sarmiento L.	28(2):153.
Schiavetti V.L.	28(3): 395.
Scorza J. V.	28 (1):9.
Semidey D.	28(4): 521.
Sierra C.	28(3):383.
Silva A.	28(1):65; 28(2):163.
Silva I.	28(3):383.
Solano Y.	28(1):83.
Streit D.P.	28(3):403.
Teixeira R.	28(3):395.
Toledo J.	28(4): 499.

Torres-Hernández G.	28(1):51.
Torres-Hernández P.	28(3):341.
Urbano D.	28(4): 449.
Urbano T.	28(2):163.
Uztariz E.	28 (1):17.
Valle A.	28(3):303.
Vargas D.	28 (1):17.
Vargas F.	28(2):201.
Vargas L.	28(1):73; 28(3):403.
Velázquez E.A.	28(3):375.
Ventura J.	28(3):303.
Verde O.	28(4): 507.
Vilaboa J.	28(3):321, 329.
Vilanova-Fernández L. T.	28(2):141.
Villarreal O.A.	28(3):421.
Vizcaíno G.	28(4): 457.
Yamaki M.	28(3):395.
Zambrano J. F.	28(2):267.
Zerpa H.	28(1):93.

Índice acumulado de Materias

Volumen 28, 2010

Avicultura

Alimentación y Nutrición

- Digestibilidad (4): 477
- Morera (4): 477

Sanidad

- Ecocardiografía (1): 93
- Balance de electrolitos (3): 363
- Beauveria brongniartii* (1): 9
- Bienestar animal (1): 9
- Brillo de cáscara (1): 17
- Control biológico (1): 9
- Estrés calórico (1): 93; (3): 363
- Frecuencia cardíaca (1): 93
- Granjas avícolas (1): 9
- Sobrevivencia (1): 17

Producción

- Comportamiento productivo (4): 477
- Fisiológicas (3): 363
- Pollos (1): 93
- Pollos de engorde (3): 363
- Rendimiento en canal (4): 477
- Variables (3): 363
- Variables productivas (3): 363

Reproducción

- Eclosión (1): 17
- Incubación (1): 17

BovinosProducción

-Bovino	(3): 413
-Bovinos	(2): 193; (2): 201
-Bovinos doble propósito	(3): 329
-Brahman	(2): 141
-Desempeño en corral	(2): 193
-Desempeño productivo	(3): 375; (4): 513
-Ganado de carne	(4): 507.
-Peso 548 días	(4): 507.
-Queso	(3): 413
-Queso fresco de ganado	(1): 107
-Sombra	(3): 375; (4): 513
-Toretas en finalización	(3): 375; (4): 513
-Vacunos	(4): 535

Reproducción

-Edad	(4): 535
-Implante hormonal	(2): 193
-Reproducción	(2): 141
-Sexo	(4): 535

Genética

-Interacción genotipo x ambiente	(4): 507
----------------------------------	----------

Salud

- <i>Neospora caninum</i>	(2): 201
-Anemia	(4): 535
-Factores de riesgo	(2): 201
-Prevalencia	(2): 201

Sistema de Producción

-Consumidor	(1): 107
-------------	----------

-FODA	(3): 329
-Hábitos de compra	(1): 107
-Márgenes de comercialización	(3): 413
-Mercadeo	(3): 413
-Morelos	(3): 329
-Participación directa del productor	(3): 413
-Sistemas de Producción	(4): 535

Ovinos y Caprinos

Reproducción

-Partos acelerados	(1): 51
-Reproducción	(1): 51

Alimentación y Nutrición

-Caña de azúcar-residuos	(4): 489
-Composición química	(4): 489
-Digestibilidad <i>in vitro</i>	(4): 489
-Procesos alimentarios	(4): 489

Producción

-Cabra	(4): 467
-Cabras	(4): 557
-Caprino	(1): 101
-Coliformes	(4): 467
-Comportamiento ovinos	(4): 489
-Índices productivos	(1): 51
-Inflación	(1): 101
-Ovinos	(3): 321; (4): 557
-Ovinos de pelo	(1): 51
-Precios	(1): 101
-Productores	(1): 101
-Queso	(4): 467
-Queso de cabra	(1): 101

-Queso fresco de cabra	(1): 107
-Razas	(3): 321
-Zoometría	(3): 321

Sanidad

-Conjuntiva ocular	(4): 545
-Control del parasitismo gastrointestinal	(4): 545
- <i>Coxiella burnetti</i>	(4): 557
-Famacha	(4): 545
- <i>Haemonchus contortus</i>	(4): 545
-Hematocrito	(4): 545
-Recuento de h.p.g	(4): 545
-Resiliente	(4): 545
-Resistente	(4): 545
-Sensible	(4): 545
-Seropositividad	(4): 557

Pastos y Forrajes

Especies

-Arboles forrajeros	(3): 421
- <i>Dichanthium aristatum</i> (Angleton)	(2): 275
- <i>Saccharum</i> spp	(3): 303
- <i>Urochloa</i>	(1): 115
-Variedades de <i>Arachis pintoi</i>	(4):449

Gramíneas

-Biomasa aérea	(1): 115
-Bosque Húmedo Tropical	(1): 115
-Degradabilidad ruminal	(2): 275
-Edad	(1): 115
-Época de corte	(2): 275
-Forraje	(1): 33
-Gramíneas	(1): 115

-Híbrido	(3): 303
-Hidropónico	(1): 33
-Maíz	(1): 33
-Métodos de cultivo	(1): 33
-Nutrición animal	(3): 303
-Período del año	(1): 115
-Producción de forraje	(3): 303
-Soluciones nutritivas foliares	(1): 33
-Valor nutritivo	(1): 115

Leguminosas

-Altura de corte	(4): 449
-Frecuencia de corte	(4): 449
-Proteína	(4): 449
-Rendimiento	(4): 449

Otras Especies

-Arvenses	(3): 427
-Biodiversidad	(3): 427
-Hojas	(3): 421
-Índices de riqueza	(3): 427
-Inóculo	(3): 421
-Producción de gas <i>in vitro</i>	(3): 421
-Vaina	(3): 421

Piscicultura y Acuicultura

Especies

-Camarón	(2): 163
-Camarones	(1): 65
-Coporo	(1): 25; (2): 173
- <i>Prochilodus mariae</i>	(1): 25
- <i>Achatina fúlica</i>	(3): 383
- <i>Callinectes</i>	(2): 221

-Cangrejo azul	(2): 221
- <i>Crassostrea rhizophorae</i>	(2): 239
- <i>Cymatium</i>	(4):521
-Helmintos	(3): 383
-Huevos de <i>Schistosoma mansoni</i>	(3): 383
- <i>Macrobrachium jelskii</i>	(1): 65; (2): 163
- <i>Oreochromis niloticus</i>	(3): 395
-Ostra perlera	(4):521
-Piracanjuba	(3): 403
- <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	(2): 283
- <i>Sardinella aurita</i>	(4): 457
-Tilapia	(4): 499

Alimentación y Nutrición

-Análisis bioquímico	(1): 65
-Dietas	(2): 163
-Digestibilidad	(4): 499
-Energía	(2): 173
-Ensilaje	(4): 499
-Proteína	(2): 173
-Requerimiento	(2): 173
-Residuos Pesqueros	(4):489

Producción

-Acuicultura	(2): 163
-Brasil	(1): 73; (3): 403
-Caribe	(4):521.
-Crecimiento	(2): 283; (4): 457
-Cultivo de bivalvos	(4):521.
-Cultivo de ostras	(2): 239
-Cultivo intermareal	(2): 239
-Densidades	(2): 163
-Edad	(2): 283
-Esteroides	(3): 341
-Estimación	(3): 395
-Fluoximesterona	(3): 341

-Inmersión	(3): 341
-Mortalidad total	(4): 457
-Orinoco medio	(2): 283
-Pesca artesanal	(2): 221
-Pez	(3): 403
-Recurso pesquero	(2): 221; (2): 283
-Región Nororiental	(4): 457
-Venezuela	(3): 383; (4): 457

Reproducción

-Agente inductor	(1): 25
-Conservación genética	(1): 73
-Inversión sexual	(3): 341
-Larvas	(2): 173
-Manejo reproductivo	(3): 403
-Palangre	(2): 221
-Parámetros genéticos	(3): 395
-Paternidad	(3): 403
-Peces programas de repoblamiento	(1): 73
-Programas de repoblación	(3): 403
-RAPD-PCR	(1): 73
-Reproducción	(1): 25
-Testosterona enantato	(3): 341
-Variabilidad genética	(1): 73

Salud

-Angiostrongilosis	(3): 383
-Salud pública	(3): 383

Porcinos

Especies

- <i>Salmonella</i>	(2): 183
---------------------	----------

Alimentación y Nutrición

-Alimentos alternativos	(1): 43
-Arroz partido	(1): 43
-Digestibilidad de nutrientes	(2): 213
-Harina de arroz integral	(1): 43
-Miel B	(1): 57
-NUPROVIM	(1): 57
-Salida fecal	(2): 213

Producción

-Cerdos	(1): 43
-Cerdos Cuino mexicanos	(2): 213
-Cerdos en crecimiento-ceba	(1): 57
-Peso corporal	(2): 213
-Rasgos de comportamiento	(2): 183

Reproducción

-Sexo	(2): 213
-------	----------

Sanidad

-Cama profunda	(2): 183
-Helmintos	(2): 183

Otras Especies**Abejas**Especies

- <i>Apis mellifera</i>	(3): 353
- <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	(1): 83

Producción

-Adulteración	(3): 353
---------------	----------

-Ceras	(3): 353
-Fermentación	(3): 313
-Hidromiel	(3): 313
-Labrado	(3): 353
-Levadura	(3): 313
-Miel	(3): 313
-Parafina	(3): 353
-Propóleos	(1): 83
-Viabilidad	(3): 353

Sanidad

-Antracnosis	(1): 83
-Fungistático	(1): 83

Conejos

Especies

-Cayena	(2): 153
-Conejos	(2): 153
-Ramón	(2): 153

Producción

-Consumo	(2): 153
-Ganancia de Peso	(2): 153
-Valor nutritivo	(2): 153

Índice acumulado de Autores

Volumen 28

Aguirre J.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
Albornoz A.	28(1):101; 28(3):413.
Alfonso A.	28(2):173.
Almaguel R. E.	28(1):57; 28(2):183.
Almeida R.	28(3):395.
Aparecido J.	28(1):73; 28(3):403.
Araque C.	28(1):101; 28(3):413.
Arece-García J.	28(1):51.
Armas W.	28(1):101; 28(3):413.
Arocha F.	28(2):283.
Arredondo-Vega B.	28(1):65.
Arriojas L.	28(1):115; 28(2):255.
Barajas R.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
Barcena R.	28(4): 489.
Barón L.	28(1):101.
Barrios A.	28(4): 457.
Barrios C.	28(1):83; 28(3):313.
Barrios F.	28(4): 545.
Barrios M.	28(4): 535.
Bastidas L.	28(3):303.
Bauza R.	28(1):65.
Bazzi L.	28(3):321.
Betancur C. A.	28(2):275.
Bórquez A.	28(4): 499.
Bozzi R.	28(3):321.
Camacaro O.	28(4): 535.
Camacho J.C.	28(3):421.
Canizales S.A.	28(3):427.
Cañizalez L. M.	28(1):9.
Castro A.V.	28(3):353.
Castro F.	28(4): 449.
Celemín J.S.	28(3):427.
Cervantes B.J.	28(2):193; 28(3):375; 28(4): 513.
Chacón T.	28(1):93.
Chalate-Molina H.	28(3):329.
Chaparro L.	28(4): 467.
Chiquieri J.	28 (1):43.
Colina Y.	28(1):93.
Comerma-Steffensen S.	28(1):93.
Corro A.	28(2):201.
Cortés A. M.	28(2):141.
Cova L.	28 (1):9; 28(2): 221.
Cruz E.	28(2):183.
Dávila C.	28(4): 449.
De Basilio V.	28 (1):17, 93; 28(3):363.
De Sousa O.	28(3):303
Delgado A.	28(1):101; 28(3):413.
Díaz C.	28(2):213.

Díaz P.	28(3):321.
Dickson L.	28(4): 557.
Domínguez L.	28(4): 535.
Duran L.	28(4): 467.
Eguaras M. J.	28(3):353.
Entrena I.	28(1):115; 28(2):255.
Escalona J.	28(2):201.
Espino M.A.	28(4): 513.
Espinosa V.	28(3):413.
Farfán C.	28(1):93; 28(3):363.
Flores L.R.	28(4): 513.
Fornari D.C.	28(1):73; 28(3):403.
Fortes-Silva R.	28(3):395.
Franco F.J.	28(3):421.
Galindez R.	28(1):17.
Gallardo-López F.	28(3):329.
García D. E.	28(1):9, 34; 28(2):221; 28(3):375; 28(4): 489, 513.
García F.	28(2):201.
García T.	28(4): 467.
George J.	28(3):303.
Gil E.	28(1):83.
Gómez A.	28(4): 489.
Gómez G.	28(4): 457.
Gómez M. G.	28(2):141.
González A. R.	28(2):283.
González C. A.	28(2):267.
González D.	28(1):34.
González J.	28(1):25; 28(2):173.
González-Estopiñán M.	28(1):34; 28(2):221.
González-Garduño R.	28(1):51.
Grageola F.	28(2):213.
Graziani C.	28(2):163, 239.
Guedez C. C.	28(1):9.
Guédez J.C.	28(3):313.
Guevara M.	28(1):65; 28(2):163.
Guillen A.	28(4): 545.
Guzmán R.	28(4): 457.
Hernández G.	28(1):25, 34; 28(2):173.
Hernández J.E.	28(3):421.
Homen M.	28(1):115; 28(2):255.
Huerta R.	28(2):213.
Hurtado V. L.	28(1):43.
Itzá M.F.	28(4): 477.
Juárez F.	28(2):193.
Kowalski A.	28(4): 557.

Lang-Ovalle F.P.	28(3):329.
Lara P.E.	28(4): 477.
Lazo de la Vega J.M.	28(4): 499.
Lemus C.	28(2):213, 267.
Liboria M.	28(3):383.
Llanes J.	28(4): 499.
Lodeiros C.	28(2):239; 28(4): 521.
Lopera-Barrero N.	28(1):73; 28(3):403.
Ly J.	28(1):57; 28(2):183, 213.
Maffey M.	28(1):9.
Magaña M.A.	28(4): 477.
Magaña R.	28(4): 489.
Maia M.	28(3):395.
Maldonado J.	28(4): 557.
Mantilla C. L.	28(2):275.
Márquez A.	28(2):283; 28(4): 521.
Márquez O.	28(4): 535.
Martínez G.	28(1):17.
Martínez R.	28(2):153.
Martínez S.	28(3):375; 28(4): 489, 513.
Mederos C. M.	28(1):57; 28(2):183.
Medici S.K.	28(3):353.
Medina L.	28(2):163.
Medina M. G.	28(1):9; 28(2):221.
Mejía K.	28(2):267.
Mejía P.	28(1):17.
Mendoza J.	28(2):283; 28(4): 457.
Mendoza G.D.	28(3):421.
Messia O.	28 (1):25.
Milla D.	28(1):83.
Montoya-Márquez J.A.	28(3):341.
Mora-Delgado J.	28(3):427.
Morales G.	28(3):383; 28(4): 535, 545.
Moratinos P.	28(2):221.
Moreno C.	28(2):163.
Moronta M.	28(1):34.
Mosquera O.	28(2):201.
Nardez R.	28(1):73.
Narváez N.	28(2):239.
Nucamendi-Rodríguez G.B.	28(3):341.
Núñez M.	28(1):65; 28(2):239.
Oliveros I.	28(1):93.
Oliveros Y.	28(3):363.
Oropeza M.	28(4): 557.
Ortega- Jiménez E.	28(3):329.
Oviedo L. E.	28(2):275.
Palmero J.	28(4): 467.
Pedraza R.M.	28(3):421.
Perdomo D.	28(1):34; 28(2):221.
Pereira R.	28(1):73; 28(3):403.

Pérez A.	28(1):25.
Pérez G. A.	28(2):141.
Pérez-Hernández P.	28(3):329.
Piloto J.L.	28(1):57.
Pineda J.	28(1): 83.
Pinho A.	28(4): 545.
Pino L.	28(3):383; 28(4): 545.
Pinto O.	28(3):395.
Pintos-Terán P.	28(3):341.
Pizzani P.	28(2):173.
Plascencia A.	28(4): 489.
Plata F.X.	28(3):421.
Principal J.	28(1):83; 28(3):313.
Quijada T.	28(3):413.
Ramia M.	28(2):255.
Ramírez E.	28(1):65; 28(2):239.
Ramírez H.	28(2):213.
Ramírez J.C.	28(4): 489.
Ramírez L.	28(2):153.
Rea R.	28(3):303.
Ribeiro R. T.	28(1):43.
Rivera A.	28(1):34.
Rocha J.L.	28(3):395.
Rodríguez M. P.	28(1):73.
Rodríguez-Rodríguez M.	28(3): 403.
Rojas J.	28(1): 93.
Romo J. A.	28(2):193; 28(3):375.
Rossini M.	28(1):93.
Rueda M.	28(1):101.
Salmeron Y.	28(2):173.
Sánchez C.	28(4): 467.
Sánchez E.	28(4): 467.
Sánchez J.	28(3):313.
Sandoval E.	28(4): 535.
Sanginés J.R.	28(4): 477.
Santéliz P. M.	28(2):141.
Santos O.	28(2):221.
Santos R.	28(2):153.
Sarlo E.G.	28(3):353.
Sarmiento L.	28(2):153.
Schiavetti V.L.	28(3): 395.
Scorza J. V.	28 (1):9.
Semidey D.	28(4): 521.
Sierra C.	28(3):383.
Silva A.	28(1):65; 28(2):163.
Silva I.	28(3):383.
Solano Y.	28(1):83.
Streit D.P.	28(3):403.
Teixeira R.	28(3):395.
Toledo J.	28(4): 499.

Torres-Hernández G.	28(1):51.
Torres-Hernández P.	28(3):341.
Urbano D.	28(4): 449.
Urbano T.	28(2):163.
Uztariz E.	28 (1):17.
Valle A.	28(3):303.
Vargas D.	28 (1):17.
Vargas F.	28(2):201.
Vargas L.	28(1):73; 28(3):403.
Velázquez E.A.	28(3):375.
Ventura J.	28(3):303.
Verde O.	28(4): 507.
Vilaboa J.	28(3):321, 329.
Vilanova-Fernández L. T.	28(2):141.
Villarreal O.A.	28(3):421.
Vizcaíno G.	28(4): 457.
Yamaki M.	28(3):395.
Zambrano J. F.	28(2):267.
Zerpa H.	28(1):93.

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dr. Luís Dickson

COMPOSICIÓN

Lic. Mónica González

MONTAJE

Gerardo Moreno

FOTOLITO

Mario Pino y Gerardo Moreno

IMPRESIÓN

Eliseo Silva

DISEÑO DE TAPA

Ing. Aurioli Chirinos

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

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