



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 28 VOL. 28 No. 2 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)
IAMSLIC (USA)
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias (México)
MEDIATHEK (Alemania)
Periodica (México)
REVENCYT (Venezuela)
Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica)
Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica)
Base Agrícola Venezolana (INIA, Venezuela)
Bioline (Canadá)
SciELO (Venezuela)
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.gov.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 está incluida en la colección SciELO Venezuela (www.scielo.org.ve)

Valor de la suscripción:

Venezuela Bs F. 65,00 un año. Exterior: US \$ 75.00 one year.
Ejemplar: Bs F. 15,00.

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

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS
ZOOTECNIA TROPICAL**

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°. 2

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Gómez M., Pérez G., Santelíz P., Cortés A. y Vilanova L.
Reproducción de hembras Brahman en dos rebaños pertenecientes a un programa de mejora genética..... 141
- Martínez R., Santos R., Ramírez L. y Sarmiento L.
Utilización de Ramón (*Brosimum alicastrum Sw.*) y Cayena (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) en la alimentación de conejos..... 153
- Urbano T., Silva A., Medina L., Moreno C., Guevara M. y Graziani C.
Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877), en lagunas de cultivo..... 163
- Hernández G., González J., Alfonso E., Salmeron E. y Pizzani P.
Efectos de la relación energía/ proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochidolus mariae*)..... 173
- Cruz E., Almaguel R., Mederos C. y Ly J.
Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba..... 183
- Barajas R., Cervantes B., Romo J., Juárez F. y Aguirre J. Influencia de la falla del implante hormonal en la respuesta productiva de toretes en ceba..... 193
- Escalona J., García F., Mosquera O., Vargas F. y Corro A.
Factores de riesgo asociados a la prevalencia de neosporosis bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy, Venezuela..... 201
- Lemus C., Huerta R., Grageola F., Ramírez H., Díaz C. y Ly J.
Efecto de peso corporal y sexo en la digestibilidad rectal de nutrientes y salida fecal en cerdos Cuino mexicanos..... 213
- Perdomo D., García D., González M., Santos O., Moratinos P., Cova L. y Medina M.
Evaluación de la pesca artesanal con palangre del cangrejo azul (*Callinectes spp.*) en el puerto de la Ceiba, Trujillo, Venezuela..... 221
- Nuñez M., Lodeiros C., Ramírez E., Narváez N. y Graziani C.
Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condición de cultivo intermareal y submareal..... 239
- Homen M., Entrena I., Arriolas L. y Ramia M. Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. 'Gamelote' en diferentes periodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda..... 255
- Mejía k., Lemus C., Zambrano J. y González C.
Respuesta humoral de IgM e IgG en cerdos Criollos Mexicanos y Comercial, predestete sin reto inmunológico inducido..... 267
- Lara C. M., Oviedo L. E. y Betancur C. A.
Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton)..... 275
- González A. R., Mendoza J., Arocha F. y Márquez A. Edad y crecimiento del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* del Orinoco medio en Venezuela 283

TABLE OF CONTENTS Vol. 28 N° 2

SCIENTIFIC ARTICLES

Gómez M., Pérez G., Santéliz P., Cortés A. and Vilanova L. Reproduction of Brahman females from two herds participating in a genetic improvement program.....	141
Martínez R., Santos R., Ramírez L. and Sarmiento L. Utilization of Ramon (<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.) and Cayena (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.) to fed rabbits.....	153
Urbano T., Silva A., Medina L., Moreno C., Guevara M. and Graziani C. Growth of freshwater shrimp <i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877), in ponds	163
Hernández G., González J., Alfonso E., Salmeron E. and Pizzani P. Effects of the relation energy/ protein in the larvas of Coporo (<i>Prochidolus mariae</i>).....	173
Cruz E., Almaguel R., Mederos C. and Ly J. Use of deep litters for fattening pigs fed with sugar cane molasses.....	183
Barajas R., Cervantes B., Romo J., Juárez F. and Aguirre J. Influence of hormonal implant failure on feedlot performance of fattening bulls	193
Escalona J., García F., Mosquera O., Vargas F. and Corro A. Risk factors associated with the prevalence of Bovine Neosporosis in the Bolivar municipality of Yaracuy state, Venezuela.....	201
Lemus C., Huerta R., Grageola F., Ramírez H., Díaz C. and Ly L. Effect of body weight and sex on rectal digestibility of nutrients and feces output in Mexican Cuino pigs.....	213
Perdomo D., García D., González M., Santos O., Moratinos P., Cova L. and Medina M. Evaluation of the artisanal fisheries of the blue crab (<i>Callinectes</i> spp.) with longline in La Ceiba harbour, Trujillo state, Venezuela.....	221
Núñez M., Lodeiros C., Ramírez E., Narváez N. and Graziani C. Growth and survival of the oyster of mangrove low <i>Crassostrea rhizophorae</i> condition of culture intermareal and submareal in the Big Lagoon of the Bishop, Cariaco's Gulf, Venezuela.....	239
Homen M., Entrena I, Arriojas L, and Ramia M. Biomass and nutritive value of Guinea grass <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs ' Gamelote' in different periods of the year in an area of Humid Tropical Forest of Barlovento, Miranda State.....	255
Mejía k., Lemus C., Zambrano J. and González C. Humoral immune response of IgM and IgG in Mexican Creole pig and commercial preweaning without induced immunological challenge.....	267
Lara C. M., Oviedo L. E. and Betancur C. A. Effect of period of regrowth on chemical composition and ruminal degradability from forage <i>Dichanthium aristatum</i> (Angleton).....	275
González A. R., Méndez J., Arocha F. and Márquez A. Age and growth of the striped catfish <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> of the average Orinoco in Venezuela.....	283

Reproducción de hembras Brahman en dos rebaños pertenecientes a un programa de mejora genética

Manuel Guillermo Gómez Gil*, Gilberto Antonio Pérez Quintero, Pedro Manuel Santéliz Vásquez, Aura Marina Cortés Kocc y Lourdes Tibisay Vilanova-Fernández

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Ciencias Veterinarias, Tarabana, estado Lara. Venezuela.
*Correo electrónico: manuelgomez@ucla-edu.ve.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la reproducción de hembras Brahman de 2 rebaños ubicados en los llanos de Cojedes y Portuguesa, pertenecientes a un programa de mejora genética conjunto, se estudiaron los caracteres preñez de novillas (PN), preñez (PG) y parto (PT), con valores 1 (éxito) y 0 (fracaso). Para el análisis se aplicaron modelos de regresión logística con medidas repetidas, usando el método de máxima verosimilitud. En PN se consideraron los efectos fijos hato (H) y año de temporada de servicio (A), mientras que para PG y PT se añadió además, el efecto edad en temporada de servicio (TS). Los promedios fueron 72,0% PN, 69,0% PG y 62,7% PT. A y H resultaron altamente significativos sobre las 3 características y E sobre PG y PT. El A mostró una amplitud de variación de 55,6, 26,4 y 32,3 puntos porcentuales entre el peor y mejor año para PN, PG y PT respectivamente. El hato ubicado en Cojedes tuvo una superioridad de 32,4; 11,6 y 16,3 puntos porcentuales. Se encontró que la peor E fue 3 años con valores de 30,2 y 24,4%, mientras que las mejores fueron 8 y 9 años con valores de 66,6 y 58,9% para PG y PT respectivamente. Los resultados de este trabajo demuestran la necesidad de analizar información de poblaciones compuestas por varios rebaños que permitan caracterizar los factores no genéticos que afectan la reproducción en hembras Brahman.

Palabras claves: Brahman, reproducción.

Reproduction of Brahman females from two herds participating in a genetic improvement program

ABSTRACT

To evaluate Brahman female reproduction in two-herd population participating in a genetic improvement program located in Cojedes and Portuguesa plains, heifer pregnancy (PN), pregnancy (PG) and Calving (PT) were studied. For the analysis a logistic regression models with repeated measurement and maximum likelihood method was carried out. Herd (H) and year of service season (A) were included as fixed effects for PN, and H, A and age at service season (E) for PG and PT. Means for PN, PG and PT were 72,0%, 69,0% y 62,7%, respectively. A and H were highly significant for all traits and E for PG and PT. A showed a wide range of variation of 55,6; 26,4 and 32,3 percentage points between worst and best year for PN, PG and PT, respectively. The herd located in Cojedes had 32,4; 11,6 and 16,3 percentage points of superiority. The worst E was 3 years with 30,2 and 24,4 % of means, while the best E were 8 and 9 years with 66.6 and 58,9 % for PG and PT, respectively. Results obtained in this research showed that it is necessary to analyze information from multi-herds populations to characterize non-genetic factors affecting the reproduction of Brahman females.

Keywords: Brahman, reproduction.

INTRODUCCIÓN

Para el año 2006, la población venezolana fue de aproximadamente 27.030.656 habitantes, con un consumo aparente de carne vacuna de 44,71 g/persona/d (INE, 2007), mientras que la producción de carne bovina para ese mismo año fue de 489.868 t (FAO, 2009). Estos datos muestran, el bajo consumo aparente de carne bovina en Venezuela y la deficiente producción agropecuaria del rubro si se compara con otros países de América del Sur como Brasil, Argentina, Colombia y Uruguay (FAO, 2009).

En consecuencia, las empresas productoras de carne bovina tienen el reto de maximizar la productividad de sus rebaños para responder a un posible aumento del consumo, considerando que la mejora de la producción no se debería realizar necesariamente aumentando el número de vacas existentes en el país, sino, mejorando los índices productivos actuales.

Las mejoras en la reproducción de los rebaños se traducirían en un aumento del número de becerros producidos por cierto número de vacas y toros en un tiempo determinado, sin aumentar la cantidad de hembras reproductoras en los mismos, lo cual implicaría producir mayor cantidad de toretes para poder seleccionar un mayor número de ellos como reproductores y una mayor cantidad de hembras de reemplazo que van a sustituir a las vacas de menores niveles productivos, convirtiéndose estas últimas junto a los toretes y novillas no seleccionados en ingresos por carne vendida.

Son principalmente dos caracteres reproductivos los que determinan la eficiencia reproductiva de las hembras: a) la edad en que producen su primera cría, dependiendo ésta de la edad a la cual alcanzan la pubertad en primera instancia y a su peso para ser incluida a la reproducción y b) la cantidad de crías que producen por unidad de tiempo, generalmente año productivo. La edad a primer servicio que posee una hembra bovina en ganadería de carne en el trópico está condicionada a 2 ó 3 años, por la existencia de una temporada de servicio limitada (TS), en este sentido, la evaluación de la eficiencia reproductiva se realiza generalmente a través del diagnóstico de preñez por palpación rectal 45 a 60 días después de finalizada la misma.

En Venezuela se han reportado promedios de preñez de novillas Brahman que van desde 47 a 85 % (Hoogesteijn *et al.*, 1983; Plasse *et al.*, 1989, 2005, 2006; Montoni *et al.*, 1992; Cárdenas *et al.*, 2001; Patiño y Cárdenas, 2004; Bastidas *et al.*, 2005; Verde, 2005), mientras que los promedios publicados para las características preñez y parto en vacas Cebú en América Latina muestran amplitudes de valores de 46 a 86 % y 42 a 79 % respectivamente (Montoni *et al.*, 1992; Plasse *et al.*, 1997, 2007; Romero *et al.*, 2000; Corro, 2005; Martínez-Velázquez *et al.*, 2006).

La forma en que se expresa la preñez (gestante o no gestante), permite que se considere como una variable discontinua dicotómica; sin embargo, los investigadores latinoamericanos la han evaluado rutinariamente asumiendo una distribución normal de la característica, aun existiendo metodologías estadísticas desarrolladas para analizarlas (Verde, 1999; Martínez-Velázquez *et al.*, 2006).

Ahora bien, uno de los principales aspectos que determinan el éxito de programas de mejoramiento genético de la eficiencia reproductiva en ambientes tropicales se refiere a la identificación y cuantificación de los factores no genéticos que originan variación, por ser esta una fuente de error al momento de formar los grupos de animales contemporáneos para la posterior estimación de los valores genéticos. Sin embargo, a pesar de que existen trabajos de este tipo en ganado Brahman en Venezuela, la casi totalidad de ellos han sido realizados en hatos individuales, a pesar de pertenecer a un mismo programa de mejoras genéticas en conjunto. En estudios realizados en ganado *Bos indicus* en Venezuela se han reportado influencia del año (Montoni *et al.*, 1992; Cárdenas *et al.*, 2001; Corro, 2005) y de la edad de la vaca (Plasse *et al.*, 1995; Romero *et al.*, 2000) en TS sobre características reproductivas.

Por todo lo expuesto, se plantean como objetivos de este trabajo: a) Determinar los promedios de preñez de novillas, preñez y parición general y b) Cuantificar el efecto de los factores no genéticos (Hato, Año y Edad en TS) sobre la variación de los caracteres arriba especificados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados para este estudio se originaron en 2 rebaños participantes de un programa de mejoramiento genético integral, el

cual empezó en el año 2004 bajo la asesoría de las Áreas de Genética Animal y Producción de Carne del Decanato de Ciencias Veterinarias de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.

El trabajo de campo fue organizado según programas diseñados en genética, manejo, reproducción, sanidad y pastos; la recolección de la información fue supervisada en todo momento por el personal adscrito al proyecto. Sin embargo, para los análisis se usaron datos de años anteriores (desde 1998), para el hato A, determinando la calidad de esos registros a través de pre-análisis estadísticos. Cuando existieron dudas en relación a la veracidad de algunos datos, los registros computarizados fueron confrontados con los listados originales para detectar posibles errores en los mismos.

El hato A, está ubicado en los municipios Tinaco y Rómulo Gallegos del estado Cojedes, con una superficie de 4.400 ha, de las cuales 88,5 % están sembradas con pastos Estrella (*Cynodon plectostachyum*), Pará (*Brachiaria mutica*), Aguja (*Brachiaria humidicola*) y Caribe (*Eriochloa polystachia*). Los registros pluviométricos de 8 años señalan una precipitación anual promedio de 1.350 mm, con períodos lluvioso (mayo a septiembre) y seco (octubre a abril) bien definidos. El hato funciona como un centro genético Brahman y cuenta con aproximadamente 450 vacas - año para la producción de toros reproductores.

El hato B, se ubica en el municipio Ospino del estado Portuguesa. Posee una superficie de 900 ha, de las cuales 449 ha tienen pastos naturales e introducidos y 451 ha son utilizadas para la producción de arroz. Los pastos introducidos predominantes son Taner (*Brachiaria radicans*), Pará (*Brachiaria mutica*), Estrella (*Cynodon plectostachyum*) y Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), es por ello, que los potreros tuvieron una amplia cobertura de malezas como consecuencia de sobrepastoreo. El período de lluvias se extiende de mayo a octubre y el de sequía de noviembre a abril, con un promedio anual de precipitación de 1.505 mm en los últimos 8 años. El hato posee un rebaño Brahman registrado, el cual está constituido aproximadamente por 325 vacas - año.

Hasta los años 1998 (hato A) y 2002 (hato B), ambos tenían TS de 90 días de duración y posterior a los años señalados y hasta la actualidad, los 2 hatos redujeron sus TS a 75 días, comenzando el 15 y 5 de

enero hasta el 29 y 19 de marzo, respectivamente. Durante la realización de este proyecto y como consecuencia de las características particulares de cada hato, se modificaron las fechas de inicio y fin de las TS sin alterar su duración, comenzando el 1 de febrero hasta el 16 de abril en el hato A (últimos 2 años) y el 15 de enero hasta el 30 de marzo en el hato B (últimos 3 años).

A partir de la temporada de servicio del año 2004, el programa de apareamiento, la selección y asignación de semen y toros se realizó mediante reuniones técnicas entre los propietarios de los hatos y el personal técnico adscrito al proyecto. Los apareamientos y el manejo en general se organizaron considerando el uso de: a) toros de referencia (para mejorar la conectividad genética entre ambos rebaños), b) toretes de 2 años a ser evaluados por prueba de progenie y c) toros o semen de toros de alto valor genético según preferencia de cada propietario del hato con el aval del personal asesor.

La asignación de las hembras a los toros se realizó de manera aleatoria estratificada, es decir, se clasificaron las hembras según su estado fisiológico (novillas, vacas de primer parto, multíparas lactantes y multíparas no lactantes), y se asignaron las hembras a los toros al azar dentro de cada estrato, evitando en lo posible la consanguinidad. De esta manera se aseguró que cada toro fuese apareado con hembras de distintos estados fisiológicos.

En el hato A, las vacas de primera lactancia, vacas con partos tardíos (menos de 42 días antes de comenzar la TS) y novillas de menor desarrollo (entre 300 y 320 kg), pasaron directamente a servicio natural, mientras que las novillas de mejor desarrollo (>320 kg), vacas multíparas no lactantes y vacas con partos tempranos (más de 42 días antes de comenzar la RS), ingresaron al programa de inseminación artificial (IA) durante 42 días (tiempo equivalente a 2 ciclos estrales). Posteriormente sólo las novillas y vacas con partos tempranos pasaban a monta natural unitoro de repaso durante 33 días.

Por otra parte, en el hato B, todas las vacas paridas y novillas de menor desarrollo ingresaron directamente a monta natural unitoro, y todas las novillas de buen desarrollo y vacas no lactantes ingresaban a IA, pasando posteriormente todas a repaso en rebaños unitoro.

El diagnóstico de gestación se realizó entre 45 y 60 días posteriores a la finalización de la respectiva TS y se separaban las vacas vacías de las preñadas, siendo manejadas estas últimas de manera uniforme.

Ambos rebaños fueron mantenidos bajo pastoreo. Todos los grupos etarios de animales recibieron mezclas comerciales de sal y minerales durante todo el año, sin embargo, esta práctica no fue totalmente regular en el hato B, debido principalmente a problemas de transporte y distribución en ciertas épocas del año.

En el archivo original del hato A, habían 5.212 registros de hembras (vacas y novillas), palpadas correspondientes a los años de TS de 1995 a 2006, de los cuales se eliminaron 952 (18,3 %), correspondientes a los años de TS 1995 a 1997, por representar éstos el período de fundación del rebaño registrado y 78 (1,5 %) por no poseer sus fechas de nacimiento y, en consecuencia, sus edades en TS. Así mismo, la base de datos definitiva para los análisis de preñez y parto general quedó conformada por 4.182 registros de hembras palpadas.

Para el hato B, se usaron sólo los datos de las TS desde 2004 hasta 2006, período en el cual se desarrolló el proyecto y se tenía un buen control del programa de apareamientos. Las razones de no usar datos anteriores se debieron al poco control de los apareamientos y al diagnóstico irregular de la gestación. Por tal razón, durante el período mencionado, no se eliminaron ninguno por datos faltantes, quedando conformado el archivo final por 976 registros de hembras palpadas.

En el análisis de preñez de novillas se usaron 1.377 y 261 registros correspondientes a las hembras seleccionadas a los 2 años de edad en los hatos A y B respectivamente. Es decir, la preñez de novillas representa el porcentaje de hembras seleccionadas a los 2 años de edad y preñadas en relación a las hembras que ingresaron a TS. Del total de vientres palpados, eventos preñez y parto se codificaron 1 (éxito) y 0 (fracaso).

Las hembras que tuvieron abortos observados y aquellas que fueron diagnosticadas como preñadas y no parieron, se codificaron 1 (éxito) sólo para la característica preñez, mientras que las hembras preñadas fuera de TS se codificaron 0 (fracaso). Para el análisis de preñez en novillas, las hembras

seleccionadas y preñadas se codificaron como 1 (éxito) y las seleccionadas vacías como 0 (fracaso).

Para el análisis estadístico se aplicaron modelos de regresión logística, usando el método de máxima verosimilitud (Stokes *et al.*, 1995). En el carácter preñez de novillas se consideraron los efectos “hato” y “año de TS”. Para el resto de los caracteres se añadió el efecto “edad en TS” y se ajustó un modelo de medidas repetidas. Todos los efectos se consideraron fijos. Los modelos iniciales incluyeron todos los efectos fijos e interacciones simples.

Posteriormente se eliminaron, paso a paso, las interacciones no significativas ($P > 0,05$) y con el menor valor de Chi-cuadrado, con lo que se obtuvieron mejores valores del logaritmo de verosimilitud (valores más cercanos a cero). En todos los análisis, las interacciones resultaron no significativas, lo cual era de esperarse debido a problemas en la estructura de los datos, ya que se disponía de sólo 3 años de datos del hato B.

También se intentó usar un modelo en el cual se incluían los efectos “toro asignado” y “toro padre”, pero el criterio de ajuste de los modelos (valor del logaritmo de verosimilitud) resultaba peor y los estimados de las soluciones obtenidos caían fuera del rango 0,0 a 1,0. El modelo inicial para todas las características fue:

$$\gamma_i = \chi_i' \beta + \varepsilon_i$$

Donde:

γ_i = variable respuesta para la observación “i”.

χ_i' = vector columna de variables explicativas fijas para la observación “i”.

β = vector de coeficientes desconocidos (Hato = A, B; Año en TS = 1998, ..., 2006; Edad en TS = 2, ..., 11 y más).

ε_i = vector de efectos aleatorios residuales, normal e independientemente distribuidos con media cero y variancia constante.

Una vez estimadas las soluciones de efectos, se utilizó la fórmula de transformación logística para obtener los resultados en su distribución original y poder interpretarlos (Hosmer y Lemeshow, 1989). La fórmula fue:

$$p = (1 + e^{-\gamma})^{-1}$$

Donde:

p = probabilidad de éxito (preñez, parto, preñez de novilla).

y_i = variable respuesta para la observación "i"

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura del material y promedios

En el Cuadro 1 se muestra la estructura del material analizado. Las vacas tuvieron una edad promedio en TS de 4,3 años, lo cual sugiere una alta tasa de reemplazo de hembras anualmente, permaneciendo sólo 480 (20 %) hasta edades de 7 o más años. Hubo 83 toros reproductores que tuvieron en promedio cada uno 29 hijas las cuales ingresaron a temporada de servicio, siendo este valor superior a los 10,8 y 23,5 vacas hijas/toro reportados por Plasse *et al.* (2005, 2007) respectivamente. Esta relación de número de hijas/toro obtenidas en el presente trabajo sugiere una estructura de datos genealógicos suficiente que permitirían en próximos trabajos realizar análisis genéticos de características reproductivas.

La preñez de novillas obtenida fue 72,0 % y se encuentra dentro de la amplitud de valores de 47 a 85 % reportados en ganado Brahman en Venezuela (Hoogesteijn *et al.*, 1983; Plasse *et al.*, 1989, 2005, 2006; Montoni *et al.*, 1992; Cárdenas *et al.*, 2001; Patiño y Cárdenas, 2004; Bastidas *et al.*, 2005; Verde, 2005). Los promedios encontrados para las características preñez y parto fueron 69,0 y 62,7 % respectivamente. Arango *et al.* (1999) registraron un valor similar de 63,5 % de preñez en un rebaño Brahman ubicado en sabana inundable en Venezuela, sin embargo, el promedio de parto (54,3 %) conseguidos por estos

autores en el mismo estudio sugiere que hubo mayores pérdidas pre-natales (9,2 puntos porcentuales) en relación a las obtenidas en el presente trabajo, las cuales fueron 6,3 puntos porcentuales.

Los promedios de preñez y parto resultantes de esta población evaluada están dentro de la amplitud de valores reportados en vacas Cebú en América Latina (Montoni *et al.*, 1992; Plasse *et al.*, 1993, 1997, 2005, 2007; Romero *et al.*, 2000; Corro, 2005; Martínez-Velázquez *et al.*, 2006).

Factores no genéticos

Preñez de novillas: En el Cuadro 2 se resume el modelo final del análisis de variancia, mientras que en el Cuadro 3 se presentan los promedios ajustados de los distintos niveles de los efectos principales. Las significancias de los promedios ajustados se refieren a las comparaciones usando el año 2006 y el hato B, como base.

El efecto de año en TS resultó altamente significativo ($P < 0,01$), lo que concuerda con lo reportado por otros autores para la misma característica en ganado Brahman en Venezuela (Cárdenas *et al.*, 2001; Plasse *et al.*, 2005, 2006) y al Sur de los Estados Unidos de América (Cruz *et al.*, 1976), mientras que Hoogesteijn *et al.* (1983) y Patiño y Cárdenas (2004) consiguieron que el año de TS tuvo una influencia no significativa ($P > 0,05$) sobre la variación de la preñez de novillas.

Las diferencias entre los distintos años de TS tuvieron un comportamiento con tendencia a disminuir desde la TS de 1998 hasta el 2004, observándose una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) de 55,6 puntos porcentuales entre el peor (2002) y el mejor (1998) año.

Cuadro 1. Estructura del material analizado.

Parámetro	
Novillas (n)	1.638
Vacas - años (n)	5.158
Vacas (n)	2.403
Padres de vacas (n)	83
Vacas / padre (n)	29
Toros en servicio de vacas (n)	78
Vacas / toro en servicio (n)	30.8
Edad promedio de vacas en temporada de servicio (años)	4,3

Cuadro 2. Análisis de variancia de la característica preñez de novilla (PN), preñez (PG) y parto (PT).

Fuente de variación	GL ¹	PN ²	GL ³	PG ²	PT ²
Año en TS	8	91,85**	8	160,46**	173,14**
Edad en TS	-		9	184,13**	169,82**
Hato	1	80,60**	1	36,74**	65,38**
Residual	1.572	-	5.139	-	-

¹ Grados de libertad para PN; ² Valor de “Chi-cuadrado”; ³ Grados de libertad para PG y PT;

** = altamente significativo (P<0,01).

Cuadro 3. Coeficientes, errores estándar y promedios ajustados (%) de los distintos niveles de los efectos principales de preñez de novillas.

Efectos y niveles	N	Coeficiente	Error estándar	Promedio
Año en TS				
1998	141	1,3308	0,3634	75,7**
1999	129	1,131	0,3518	71,9**
2000	270	-0,3229	0,2063	37,4 ^{ns}
2001	132	0,604	0,2979	60,1*
2002	109	-1,1867	0,2472	20,1**
2003	92	0,1719	0,3057	49,5 ^{ns}
2004	241	-0,1518	0,2018	41,5 ^{ns}
2005	277	-0,1507	0,1952	41,5 ^{ns}
2006	247	-0,1925	0,1764	45,2
Hato				
A	1.377	1,4343	0,163	77,6**
B	261	-0,1925	0,1764	45,2

Base = año 2006 y hato B; ns = no significativo; * = significativo (P<0,05); ** = altamente significativo (P<0,01)

El efecto negativo tan marcado de los años 2000 y 2002 se puede explicar por la aparición de un brote de leptospirosis ocurrido en el hato A, en el año 2000.

Esta enfermedad afectó la preñez de las novillas de esa TS y el peso al nacer de los becerros nacidos ese año, perturbando esto último a los becerros durante su desarrollo posterior (como efecto residual) y, en consecuencia, la preñez de las hembras nacidas en el 2000 cuando ingresaron en el 2002 como novillas.

A partir del comienzo del programa genético conjunto de los hatos A y B (año 2004), se observó un comportamiento más estable de la preñez de novillas con una tendencia no significativa a

aumentar (P>0,05), pudiendo ser explicado por el diseño, ejecución y control del programa de selección y eliminación de novillas por parte del personal adscrito al proyecto, encontrándose 41,5 % de preñez en los años 2004 y 2005 con un aumento de 3,7 puntos porcentuales en el año 2006. Las fluctuaciones en preñez de los años 1998 a 2003 y el comportamiento estable desde 2004 a 2006 podrían sugerir también que durante el primer período mencionado no se cumplieron estrictamente los criterios de selección de novillas en el hato A.

El efecto “hato” resultó altamente significativo (P<0,01), encontrándose una diferencia de 32,4 puntos porcentuales a favor del hato A.

Esta diferencia puede explicarse, en parte, por el menor desarrollo de las hembras en los primeros dos años de vida en el hato B en relación al hato A, debido principalmente a que el hato B, ha tenido como objetivo de producción secundario la ganadería, lo que produjo problemas en el manejo de los potreros. Además, un criterio usado constantemente en el hato B, fue colocar a los machos postdestete en los mejores potreros disponibles. La mayoría de los trabajos publicados, en los cuales se estudian caracteres de evaluación de productividad de hembras en ganado de carne en Latinoamérica, se limitan a la evaluación de hatos únicos particulares y sólo unos pocos han incluido varios hatos. Cárdenas *et al.* (2001), evaluaron

el efecto hato sobre la preñez de hembras de primera TS (novillas) en 9 rebaños Brahman distribuidos en 6 estados de Venezuela, encontrando un efecto no significativo ($P>0,05$) del mismo. En otro trabajo realizado en 3 rebaños Brahman ubicados al Suroeste de Venezuela, Patiño y Cárdenas (2004), obtuvieron una diferencia no significativa ($P>0,05$) de los hatos sobre la preñez de novillas, siendo los resultados de estos 2 trabajos contrarios al obtenido en el presente estudio.

Preñez y parto: Las significancias de los promedios ajustados se refieren a las comparaciones usando el año 2006, edad en TS 11 y más años y el hato B, como base (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Coeficientes, errores estándar y promedios ajustados (%) de los distintos niveles de los efectos principales de preñez.

Efectos y niveles	N	Coeficiente	Error estándar	Promedio
Año en TS				
1998	521	1,12	0,1527	83,0**
1999	547	0,94	0,143	80,4**
2000	506	-0,21	0,1277	56,6 ^{ns}
2001	395	0,03	0,1387	62,3 ^{ns}
2002	395	0,42	0,1444	71,0**
2003	431	-0,04	0,136	60,7 ^{ns}
2004	803	-0,14	0,1067	58,2 ^{ns}
2005	760	0,2467	0,1111	67,2*
2006	800	0,47	0,2225	61,6
Edad en TS				
2	1.638	-0,1098	0,2258	59,0 ^{ns}
3	805	-1,3124	0,2307	30,2**
4	790	-0,1789	0,2338	57,3 ^{ns}
5	599	-0,1831	0,2378	57,2 ^{ns}
6	412	0,0333	0,2466	62,4 ^{ns}
7	337	0,1188	0,253	64,4 ^{ns}
8	246	0,2183	0,2668	66,6 ^{ns}
9	143	0,1461	0,2896	65,0 ^{ns}
10	63	-0,0752	0,3473	59,8 ^{ns}
11+	125	0,47	0,2225	61,6
Hato				
A	4.182	0,533	0,0917	73,2**
B	976	0,47	0,2225	61,6

Base = año 2006, edad en TS 11+ y hato B; ns = no significativo; * = significativo ($P<0,05$); ** = altamente significativo ($P<0,01$).

Cuadro 5. Coeficientes, errores estándar y promedios ajustados (%) de los distintos niveles de los efectos principales de parto.

Efectos y niveles	N	Coefficiente	Error estándar	Promedio
Año en TS				
1998	521	1,3673	0,1506	80,4**
1999	547	0,6099	0,1218	65,8**
2000	506	-0,0816	0,1238	49,1 ^{ns}
2001	395	0,0787	0,1339	53,1 ^{ns}
2002	395	0,4921	0,1388	63,1**
2003	431	-0,0726	0,1307	49,3 ^{ns}
2004	803	-0,1222	0,1041	48,1 ^{ns}
2005	760	0,1579	0,1064	55,0 ^{ns}
2006	800	0,0447	0,2118	51,1
Edad en TS				
2	1.638	-0,212	0,2141	45,8 ^{ns}
3	805	-1,1731	0,2202	24,4**
4	790	-0,127	0,2221	47,9 ^{ns}
5	599	-0,2401	0,2251	45,1 ^{ns}
6	412	0,0348	0,2337	52,0 ^{ns}
7	337	0,2249	0,2405	56,7 ^{ns}
8	246	0,3023	0,2528	58,6 ^{ns}
9	143	0,3144	0,2752	58,9 ^{ns}
10	63	0,1002	0,3358	53,6 ^{ns}
11+	125	0,0447	0,2118	51,1
Hato				
A	4.182	0,6795	0,0891	67,4**
B	976	0,0447	0,2118	51,1

Base = año 2006, edad en TS 11+ y hato B; ns = no significativo; * = significativo ($P < 0,05$); ** = altamente significativo ($P < 0,01$).

El efecto de año en TS resultó altamente significativo ($P < 0,01$) para las 2 características, lo que concuerda con lo reportado por otros autores en ganado Brahman en Venezuela (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 2005, 2007; Corro, 2005) y en Bolivia (Plasse *et al.*, 1997), mientras que Plasse *et al.* (2000), consiguieron que el año de TS tuvo una influencia no significativa ($P > 0,05$) en un rebaño Brahman ubicado en el estado Apure.

Las diferencias entre los distintos años de TS para la preñez y parto tuvieron un comportamiento oscilante y similar con tendencia a disminuir a través del tiempo. Se observó una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) de 26,4 puntos porcentuales

entre el peor (2000) y el mejor (1998), año para la preñez, mientras que para el parto se evidenciaron 32,3 puntos porcentuales de superioridad del año 1998 (mejor) en relación al 2004 (peor). La diferencia entre años extremos para preñez obtenida en este estudio fue ligeramente inferior al valor 27,3 puntos porcentuales reportado por Montoni *et al.* (2002), en un trabajo realizado en 9 rebaños Brahman ubicados en el piedemonte andino al suroeste de Venezuela.

Las mayores pérdidas pre-natales (14,6 puntos porcentuales) se encontraron en el año de TS de 1999, un año antes de haberse diagnosticado el brote de leptospirosis, lo cual sugiere la existencia de la enfermedad desde 1999, sin haber sido identificada.

Desde el año 2000 hasta el 2002, se observó un aumento altamente significativo ($P < 0,01$) de la preñez y parto, disminuyendo nuevamente hasta el 2004, ($P < 0,01$). A partir de este año, comenzó el programa conjunto de mejora genética, evidenciándose una mejora para el 2005 ($P < 0,01$) y caída en el 2006 ($P < 0,05$).

En este último período se pudo observar una disminución de 43 hembras que ingresaron a la TS del 2005 en relación al 2004, aunque nacieron 25 becerros más en el 2005. Al comparar las TS 2005 y 2006, se observó un aumento de 40 vacas y una disminución significativa ($P < 0,05$) de la preñez y no significativa ($P > 0,05$) del parto, produciéndose 16 becerros menos en el 2007. Esta disminución podría explicarse, en parte, porque para el año de TS 2005 ingresaron 36 novillas más que en el 2004, las cuales se convirtieron en vacas de primer parto para la temporada 2006.

El efecto hato, resultó altamente significativo ($P < 0,01$), encontrándose diferencias de 11,6 y 16,3 puntos porcentuales en la preñez y parto respectivamente, siempre a favor del hato A. Montoni *et al.* (2002) encontraron una diferencia de preñez de 39,1 puntos porcentuales entre el mejor y el peor hato en un estudio realizado en 9 rebaños Brahman en Venezuela, siendo este valor muy superior al encontrado en el presente análisis.

La diferencia entre preñez y parto fue 5,8 y 10,5 puntos porcentuales, lo que equivale a 7,9 y 17,0 % de pérdidas pre-natales en los hatos A y B, respectivamente. La pérdida pre-natal del hato A cae dentro de la amplitud de valores de 4,5 y 15,1 % reportadas en Ganado Brahman en Venezuela (Plasse *et al.*, 1993, 2005; Montoni *et al.*, 2002; Camaripano y Clerc, 2005, Corro, 2005); mientras que la pérdida del hato B fue superior.

Las condiciones agroclimáticas del hato B, fueron más favorables que el hato A, sin embargo, el hato B, ha tenido como objetivo de producción principal el cultivo de arroz, siendo la ganadería un rubro secundario, lo que produjo problemas en el manejo de los rebaños y potreros.

Otro aspecto a considerar se refiere a que en el hato A, el propietario ha administrado directamente el rebaño y contrata, como asesores, especialistas en distintas áreas agropecuarias, mientras que

el propietario del hato B, se ha dedicado a otras actividades productivas, contratando personal especializado sólo cuando algún problema grave se ha presentado. Todo esto sugiere que el control de la producción, basado en el uso y análisis de registros de producción, con el apoyo de profesionales especialistas en distintas áreas, puede lograr niveles productivos aceptables aún bajo condiciones ambientales poco favorables.

La edad en TS resultó un efecto altamente significativo ($P < 0,01$) sobre la variación de las 2 características, lo que coincide con los trabajos reportados en rebaños Brahman en Latinoamérica (Plasse *et al.*, 1997; 2000; 2005; 2007; Arango *et al.*, 1999). Se encontró que la edad de 3 años fue la que mostró valores inferiores de 30,2 y 24,4 %, mientras que las edades con valores superiores fueron 8 y 9 años con 66,6 y 58,9 % para la preñez y parto, respectivamente. En un trabajo realizado en un rebaño Brahman en Venezuela Plasse *et al.* (2000), encontraron que las edades 3 y 4 años fueron las peores en preñez y parto, siendo las mejores edades las de 7 y 9 años.

Se evidenció una disminución altamente significativa ($P < 0,01$) entre las edades de 2 y 3 años para preñez (48,8 %) y parto (46,7 %), lo cual se explica porque en esta población las vacas de 3 años representan solamente vacas de primer parto, las cuales son el grupo fisiológico más exigente en los sistemas de producción de carne en el trópico. Posteriormente, se observó un aumento altamente significativo ($P < 0,01$) entre las edades de 3 y 4 años para ambos caracteres, evidenciándose hasta los 8 y 9 años una tendencia no significativa ($P > 0,05$) a aumentar para luego disminuir progresivamente en edades posteriores. Este comportamiento de la edad en TS coincide con el reportado en ganadería Brahman en Venezuela (Arango *et al.*, 1999; Plasse *et al.*, 2000; 2005; 2007).

CONCLUSIONES

Los promedios de preñez de novillas, preñez y parto resultaron satisfactorios bajo las condiciones donde se ubican ambos hatos y concuerdan con la amplitud de valores reportados en hembras Cebú en América Latina.

Todos los factores no genéticos estudiados mostraron un efecto altamente significativo sobre la

preñez de novillas, preñez y parto; en consecuencia, deben ser considerados como factores de ajustes en programas de selección donde se incluyan estos caracteres.

AGRADECIMIENTO

A los empresarios ganaderos Felipe Casanova y Luis Eduardo Palacios, quienes confiaron en este trabajo, permitieron la realización del mismo en sus hatos y lo financiaron totalmente. El proyecto del cual salió esta investigación fue registrado ante el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" bajo el N° 002-RVE-2004.

LITERATURA CITADA

- Arango, J., D. Plasse, O. Verde, H. Fossi, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 1999. Producción de Brahman y sus cruces por absorción a Guzerá y Nelore en sabana. 1. Porcentajes de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. *Livest. Res. Rural Development* 11(3). Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/3/arall/3/arall3a.htm>. (24/06/2006).
- Bastidas, P., T. Díaz y O. Verde. 2005. Condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Brahman comerciales. **In:** XIX Reunión ALPA. Tampico, México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 13(1):126 (Resumen).
- Camaripano, L. y K. Clerc. 2005. Pérdidas prenatales y experiencias en su prevención en siete rebaños Brahman. **In:** R. Romero, J. Salomón y J. de Venanzi (Eds.). XX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 261-294.
- Cárdenas, I., D. Plasse y O. Verde. 2001. Efectos genéticos y no genéticos sobre la preñez de vacas Brahman de primer servicio. **In:** R. Romero, J. Arango y J. Salomón (Eds.). XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 229-262.
- Corro, A. 2005. Evaluación de la eficiencia reproductiva mediante el análisis retrospectivo de registros de un rebaño bajo programa de inseminación artificial. Tesis MSc. Postgrado en Reproducción Animal y Tecnología de la Inseminación Artificial. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p.88.
- Cruz, V., M. Koger, A. Warnick, D. Franke, C. Wilcox y F. Martin. 1976. Índices de herencia de la reproducción en ganado Brahman. ALPA. Mem. 11:25 (Resumen).
- FAO. 2009. Producción de carne vacuna en América del Sur. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en [http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=569&lang=es#ancor\(25/07/2009\)](http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=569&lang=es#ancor(25/07/2009)).
- Hoogesteijn, R., O. Verde, D. Plasse y R. Rodríguez. 1983. Preñez en novillas de dos años F₁ Simmental, F₁ Marchigiana y Brahman sometidas a inseminación artificial en Apure. **In:** III Congreso Venezolano de Zootecnia. Mem: F31 (Resumen).
- Hosmer, D. W. y Lemeshow, S. 1989. Applied Logistic Regression. John Wiley and sons, New York. p. 378.
- INE. 2007. Instituto Nacional de Estadística. Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo. República Bolivariana de Venezuela. Disponible en http://www.ine.gov.ve/consumo/consumo.asp?Ano=2006&R_Desde=1&R_Hasta=2&productos=1 (20/05/2008)
- Martínez-Velázquez, G., M. Montano-Bermúdez y J. A. Palacios-Fránquez. 2006. Efectos genéticos directos, maternos y heterosis individual para tasa de estro, gestación, parición, y destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza F₁. *Téc. Pecu. Méx.* 44(2):143-154.
- Montoni, D., I. Cárdenas, J. Parra, L. Sánchez y A. García. 2002. Programa de manejo genético de bovinos desarrollado en el Suroeste de Venezuela por la Universidad Nacional Experimental del Táchira y el Fondo Ganadero del Suroeste de Venezuela. II. Caso UNET y Sector Productivo. **In:** XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. ULA, Trujillo. Venezuela. pp.1-14.
- Montoni, D., G. Rojas, O. Verde, J. Silva y M. Arriojas de Canelón. 1992. Producción de un rebaño

- Brahman bajo condiciones de trópico húmedo. I. Eficiencia reproductiva. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 18:225-245.
- Patiño, J. y I. Cárdenas. 2004. Tasa de preñez de vientres Brahman servidos a los dos años de edad en hatos del suroeste de Venezuela. **In:** XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. UCV, Maracay, Venezuela. p. 21. (Resumen).
- Plasse, D., J. Arango y L. Camaripano. 2005. Producción de vacas Brahman registradas durante cuatro décadas. **In:** R. Romero, J. Salomón y J. de Venanzi (Eds.). XX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 295-334.
- Plasse, D., L. Camaripano y J. Arango. 2006. Sobrevivencia y permanencia en el rebaño de hembras Brahman hasta su primer parto. **In:** R. Romero, J. Salomón y J. de Venanzi (Eds.). XXI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 167-195.
- Plasse, D., L. Camaripano y J. Arango. 2007. Producción de vacas Brahman en el ecosistema bosque seco tropical. **In:** J. Salomón, R. Romero y J. de Venanzi (Eds.). XXII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp.73-108.
- Plasse, D., H. Fossi y R. Hoogesteijn. 1993. Mortalidad y pérdida en ganado de carne. **In:** D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). IX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. p.1-46.
- Plasse, D., H. Fossi, R. Hoogesteijn, O. Verde, R. Rodríguez y C. Rodríguez. 2000. Producción de vacas F_1 *Bos taurus* x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F_1 *Bos taurus* x Brahman *versus* Brahman. 2. Producción de vacas. *Livest. Res. Rural Development*. 12(4). Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/plas124b.htm>. (22/05/2006).
- Plasse, D., H. Fossi y O. Verde. 1989. Factores que influyen la preñez en bovinos de carne de primer servicio. **In:** D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). V Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp.317-331.
- Plasse, D., E. Galdo, B. Bauer y O. Verde. 1997. Cruzamiento de absorción de Criollo hacia Cebú en el Beni, Bolivia. 2. Porcentajes de preñez y destete y peso destetado por vaca. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 14:551-559.
- Romero, R., D. Plasse, O. Verde, R. Hoogesteijn, P. Bastidas y R. Rodríguez. 2000. Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado. 1. Porcentajes de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. *Livest. Res. Rural Development*. Disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/3/rome123.htm>. (22/05/2006)
- Stokes, M. E., C. S. Davis and G. G. Koch. 1995. *Categorical Data Analysis Using the SAS System*, Cary NC. SAS Institute Inc.
- Verde, O. 1999. Análisis de datos binomiales por cuadrados mínimos y regresión logística. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*. 40(2):127-135.
- Verde, O. 2005. Evaluación de caracteres reproductivos en el rebaño Brahman registrado de la Estación Experimental La Cumaca "Alí Benavides Zapata". **In:** R. Romero, J. Salomón y J. de Venanzi (Eds.). XX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 245-259.

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

Rosario Martínez Yáñez, Ronald Santos Ricalde*, Luis Ramírez Aviles y Luis Sarmiento Franco

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Km 15.5, carretera Merida-Xmatkuil, Apdo. Postal 4-116 Itzimna *Correo electrónico: rsantos@uady.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la digestibilidad y el comportamiento productivo de conejos alimentados con follaje de cayena (C) ó ramón (R). En el Experimento 1, se midió la digestibilidad de la Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Energía bruta (EB) y Fibra de C y R. Observándose en general que la digestibilidad de los nutrientes de C fueron más altos que del R ($P<0,05$). El valor de energía digestible de C y R fue 2.875 y 2.291 kcal/kg, respectivamente. Mientras que en el Experimento 2 fue evaluado un concentrado (control) y dos dietas a base de concentrado más follaje fresco de C ó R *ad libitum*. Se encontró un mayor consumo de MS en los conejos de la dieta control ($P<0,05$). Sin embargo, la ganancia diaria de peso fue similar entre tratamientos ($P>0,05$). En el Experimento 3 fue analizado un concentrado (control), alimento concentrado restringido al 2,5 % del peso vivo de los conejos más follaje fresco de C o R y alimento a libre acceso más follaje fresco de C o R. Evidenciándose un mayor consumo de forraje ($P<0,05$) en los conejos del tratamiento con restricción de concentrado (47,7 y 53,5 g/día vs 27,5 y 31,5 g/día para C y R respectivamente). Por otra parte, los animales del tratamiento con restricción de concentrado tuvieron las ganancias de peso más bajas ($P<0,05$); y el grupo del tratamiento control y con libre acceso al concentrado presentaron ganancias diarias de peso similares ($P>0,05$). Los resultados obtenidos sugieren que el R y la C tienen un buen valor nutricional para los conejos.

Palabras clave: conejos, cayena, ramón, consumo, valor nutritivo, ganancia de peso.

Utilization of Ramon (*Brosimum alicastrum Sw.*) and Cayena (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) to fed rabbits

ABSTRACT

A series of experiments were carried out to evaluate the digestibility and productive performance of rabbits fed forages of Cayena (C) and Ramon (R). Experiment 1. Digestibility of DM, CP, GE and fibre of C and R were measured. It was observed in general a higher digestibility of nutrients in C than in R ($P<0,05$). The digestible energy value of C and R were 2.875 y 2.291 kcal/kg, respectively. Experiment 2. A control diet (concentrate), and two diets based on concentrate and fresh forage of R or C *ad libitum* were evaluated. A higher DM intake was observed in the rabbits fed the control diet ($P<0,05$). However, the daily gain was similar between treatments ($P>0,05$). Experiment 3. A concentrate diet (control), restriction of concentrate to 2,5 % of body weight, plus fresh forage of R or C and free access to concentrate plus fresh forage of R or C was evaluated. A higher forage intake was observed in the rabbits fed restriction of concentrate compare to concentrate ad lib (47,7 y 53,5 g/day vs 27,5 y 31,5 g/day for cayena and ramon respectively). The rabbits fed with restriction of

concentrate had lower daily weight gain ($P < 0,05$). The rabbits in the control diet and the rabbits fed with free access to the concentrate had similar daily weight gain ($P > 0,05$). The results obtained suggest that ramon and cayena have a good nutritional value for rabbits.

Keywords: Rabbits, cayena, ramon, Intake, nutritive value, weight gain.

INTRODUCCIÓN

La producción de conejos es una importante alternativa para la obtención de proteína para consumo humano, debido a la alta prolificidad que tiene la especie, bajo intervalo generacional y alto rendimiento de carne por unidad de tiempo. Sin embargo, la alimentación de los conejos se enfrenta a diversas situaciones problemáticas, entre las que destaca la poca disponibilidad de insumos baratos.

En México, la especie forrajera convencional utilizada para la alimentación de los conejos es la alfalfa (*Medicago sativa*). Sin embargo, en las regiones tropicales y subtropicales de este país no se produce alfalfa, pero existen árboles y arbustos que pueden ser una fuente importante de forraje, debido a que mantienen su follaje por un período más prolongado en comparación con las gramíneas y tienen un alto contenido de proteína cruda (García-Trujillo, 1991).

En la Península de Yucatán, los campesinos siembran y mantienen a los árboles como una provisión segura y sostenible de forraje. Generalmente, estas especies arbóreas se manejan bajo un esquema que se caracteriza por cortar el forraje de los árboles y arbustos, llevándolos a los lugares donde se encuentran los animales (Lizarraga *et al.*, 2001).

Entre las especies arbóreas con características bromatológicas muy apreciables para los conejos se encuentran el ramón (*Brosimum alicastrum* Sw; R) y la cayena (*Hibiscus rosa-sinensis* L; C). El R ha sido evaluado como fuente de alimento en cerdos y rumiantes con buenos resultados (Yerena *et al.*, 1977; Santos y Abreu, 1995).

La C por su parte ha sido estudiada como alimento para cabras (Hong, 1998), pero no en animales monogástricos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la digestibilidad del follaje de R y C, y el comportamiento productivo de conejos en crecimiento alimentados con dichos follajes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una serie de experimentos en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, ubicada al sur de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. El clima que predomina en la región es tropical sub-húmedo con temperaturas máximas promedio de 36 °C en verano y 30 °C en invierno (García, 1988). El follaje de R (*Brosimum alicastrum*) y C (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) utilizado en los experimentos fueron obtenidos diariamente de los árboles, en el Cuadro 1 se presentan características químicas de estos forrajes.

Experimento 1

Para determinar la digestibilidad del R y de la C se utilizaron 16 conejos de la raza Chinchilla de 42 días de edad, (8 machos y 8 hembras) con un peso promedio de 611 ± 48 g. Previo al inicio del experimento, los animales fueron desparasitados, marcados y pesados. Luego se alojaron en jaulas individuales, donde cada animal recibió 150 g de follaje, una vez al día.

Después de 24 horas de haberse ofrecido el follaje, se pesó el rechazo. Diariamente las heces fueron colectadas de forma manual en charolas de lámina galvanizada, ubicadas debajo de las jaulas. Observándose muestras por separado del follaje ofrecido y rechazado, así como de las heces por cada animal. Las muestras de follaje ofrecido, rechazado y de las heces fueron analizadas para cuantificar su contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Energía bruta (EB; AOAC, 1980), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente Ácida (FDA) y Lignina (Van Soest *et al.*, 1991).

El experimento tuvo una duración de 10 días, de los cuales 5 días fueron de adaptación a la dieta, y 5 días de mediciones. Las variables evaluadas fueron digestibilidad aparente de MS, PC, EB, FDN y FDA de cada follaje. Los datos obtenidos fueron analizados con prueba de “t” de student, con ocho repeticiones por tratamiento.

Cuadro 1. Composición química de los forrajes evaluados.

Composición química (%)	Forraje	
	Cayena	Ramón
Materia seca	22,0	40,3
Materia orgánica	88,9	90,2
Proteína Cruda	15,5	15,5
Fibra detergente neutra	21,6	35,8
Fibra detergente acida	13,8	25,1
Hemicelulosa	7,8	10,7
Celulosa	13,8	23,5
Lignina	0,1	1,6
Energía bruta (kcal/kg)	3.864	4.207

Experimento 2

Se utilizaron 24 conejos de 42 días de edad, (12 machos y 12 hembras) con un peso promedio de 631 ± 41 g de la raza Chinchilla. Los tratamientos consistieron en la alimentación de los conejos con forraje fresco de R o de C a libre acceso más alimento balanceado para conejos a libre acceso, y un grupo control solamente con alimento balanceado para conejos. El alimento balanceado estaba elaborado con maíz (32,8 %), alfalfa (42,0 %), salvado de trigo (14,0 %), pasta de soya (11,0 %) y premezcla de vitaminas y minerales (0,2 %), cuyo contenido de nutrientes fue de 90,3 % de MS, 16,0 % de PC, 2.812 kcal de ED/kg y 16,0 % de FC.

El experimento tuvo una duración de 42 días, en este período los animales estuvieron alojados individualmente en jaulas equipadas con comedero y bebedero. Los forrajes fueron ofrecidos a las 8 de la mañana junto con el alimento. Diariamente se obtuvieron datos del peso del forraje, alimento ofrecido y rechazado para calcular el consumo de MS.

Al final del experimento y después de un período de ayuno de 12 horas los animales fueron anestesiados (con diethyl eter), desangrados y eviscerados.

Las variables evaluadas fueron consumo de MS, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de canal, en esta se midió el peso de la canal, del hígado y tracto gastrointestinal vacío.

Los datos se analizaron como un diseño de bloques al azar con ocho repeticiones por tratamiento, se bloqueó por efecto del sexo de los animales. La comparación entre medias cuando fue necesario se realizó con el método de mínima diferencia significativa de Fisher (Steel y Torrie, 1988).

Experimento 3

Se utilizaron 20 conejos de 60 días de edad (igual número de machos y hembras) de la raza Chinchilla y con un peso promedio de 785 ± 48 g. Los animales fueron alojados en jaulas individuales equipadas con comedero y bebedero durante los 45 días que duró el experimento.

Los tratamientos en este experimento consistieron en alimentar los conejos con follaje fresco de R o C a libre acceso, más un alimento balanceado para conejos a libre acceso o restringido al 2,5 % del peso vivo (el ajuste se realizó semanalmente), y un grupo control con alimento para conejos a libre acceso. El nutrimento fue similar al utilizado en el experimento 2, registrándose los datos del peso del follaje, alimento ofrecido y rechazado. Con esta información se calculó el consumo de MS.

Al final del experimento y posterior a un período de ayuno de 12 horas los conejos fueron anestesiados (con diethyl eter), desangrados y eviscerados.

Las variables evaluadas fueron consumo de MS, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y

rendimiento de canal. Las variables evaluadas fueron, peso de la canal, del hígado, de la grasa abdominal y tracto gastrointestinal vacío.

Los datos se analizaron como un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, se bloqueó por efecto del sexo de los animales. La comparación de medias se realizó cuando fue necesario por medio del método de mínima diferencia significativa de Fisher (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Se encontró que el consumo de MS (g/día) del R fue superior al de la C ($P < 0,05$), cercano al doble (Cuadro 2). Sin embargo, se observó que la digestibilidad de los nutrimentos evaluados fueron mayor ($P < 0,05$) para la C (Cuadro 2). El valor de energía digestible de la C también fue más alto ($P < 0,05$) que del R (2.875 y 2.291 kcal, respectivamente) ver Cuadro 2.

También se observó diferencia significativa entre el consumo de MS de los forrajes evaluados, así, la digestibilidad de los nutrientes pudo ser afectada por el volumen de ingesta. A mayor consumo de alimento menor digestibilidad (De Blas *et al.*, 1992).

En consecuencia, la disminución de la digestibilidad del R pudiera atribuirse también a su mayor contenido de paredes celulares (Cuadro 1).

Al respecto se reporta una menor digestibilidad en los alimentos conforme aumenta el contenido de fibra en la dieta (Nouel *et al.*, 2003; Gidenne *et al.*, 2004)

Por su parte, Santos y Abreu (1995), señalaron para el R digestibilidades de MS, PC y EB de 43,2; 33,1 y 41,2 %, respectivamente en cerdos, las cuales son más bajas que las encontradas en este trabajo para los mismos nutrientes en conejos (54,7; 61,4 y 54,3 %, respectivamente).

Si comparamos los valores de Santos y Abreu (1995), con los valores de digestibilidad obtenidos con la C en este trabajo (74,6; 78,1 y 72,9 %, respectivamente), la diferencia es aun mayor. Resalta que la digestibilidad de la PC es prácticamente del doble. Raharjo *et al.* (1990), reportaron valores de digestibilidad de MS, PC, FDN, FDA y EB de 60,5; 68,7; 31,7 y 50,7, para la alfalfa, los cuales son menores a los obtenidos con la C en este trabajo.

Al respecto, Santos y Abreu (1995), también reportaron para el R 1474,8 kcal/kg de ED en cerdos, lo que contrasta con lo encontrado en este trabajo con los conejos, (2291,2 y 2874,8 kcal/kg para R y C, respectivamente), lo cual supone una mayor eficiencia de esta especie animal sobre el cerdo en la utilización digestiva de los recursos arbóreos.

Experimento 2

Se encontró un mayor consumo de MS en los animales del tratamiento control ($P < 0,05$).

Cuadro 2. Digestibilidad del Cayena (C) y del Ramón (R) en conejos en crecimiento.

	Forraje		EE	P<
	C	R		
Consumo de MS (g/día)	34,0	63,1	2,34	0,0001
Digestibilidad (%)				
Materia seca	74,6	54,7	1,36	0,0001
Proteína cruda	78,1	61,4	1,33	0,0001
Fibra detergente neutra	65,2	45,4	2,45	0,0001
Fibra detergente acida	59,9	35,9	3,24	0,0002
Energía bruta	72,9	54,3	1,55	0,0001
Energía digestible (kcal/kg)	2874,8	2291,2	66,47	0,0001

EE = Error estándar de la media.

Los consumos de alimentos en los tratamientos C y R fueron similares ($P>0,05$). Sin embargo, no se encontró efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria de peso ($P>0,05$). Lo anterior favoreció una tendencia a una menor conversión alimenticia ($P<0,09$) en los tratamientos C y R (Cuadro 3).

No se observaron diferencias significativas ($P>0,05$), entre tratamientos para el rendimiento de canal, peso del tracto gastrointestinal, peso del hígado y grasa abdominal (Cuadro 4).

Se evidenció, un mayor consumo de MS en los conejos alimentados con la dieta control. Ahora bien, este efecto no se reflejó en una mayor ganancia de peso. Tampoco se observó un impacto negativo del consumo más bajo de MS de C y R sobre el rendimiento de canal, grasa abdominal y peso del tracto gastrointestinal en comparación con el tratamiento control.

El menor consumo de MS observado en los tratamientos C y R se reflejó en una menor conversión alimenticia.

Las ganancias de peso encontradas en este experimento fueron superiores a las reportadas por Gasmi-Boubaker *et al.* (2007), para conejos alimentados con Cebada (23 g/día), o las encontradas por Quintero (2003), para conejos alimentados con *Gliricidia sepium* (matarratón) y *Cajanus cajan* (guandul; 18,7 y 12,3 g, respectivamente), o las mencionadas por Uko *et al.* (1999) para subproductos de cereales (15,0 g/día)

Estos resultados sugieren que la utilización de los forrajes evaluados como alimento, permite que los conejos obtengan parámetros productivos satisfactorios.

Cuadro 3. Comportamiento productivo de conejos en crecimiento alimentados con Ramón (R) o Cayena (C) mas alimento para conejos a libre acceso y solamente con alimento para conejos (C0).

Variables	Tratamientos			EE	P<
	C	R	C0		
Consumo total de MS (g/día)	78,5a	82,4a	95,0b	3,46	0,0124
Consumo de Forraje, MS (g/día)	20,0	21,5	-	2,59	0,6828
Ganancia de peso (g/día)	29,6	30,0	31,0	1,49	0,8099
Conversión alimenticia (g/g)	2,7	2,8	3,1	0,12	0,0920

ab Medias con literales distintas en la misma fila son diferentes estadísticamente ($P<0,05$).
EE = Error estándar de la media.

Cuadro 4. Rendimiento en canal, y peso del tracto gastrointestinal (TGI) de conejos alimentados con Ramón (R) o Cayena (C) mas alimento para conejos a libre acceso y solamente con alimento para conejos (Co).

Variables	Tratamientos			EE	P<
	C	R	Co		
Peso vivo (g)	1968,8	2007,8	2036,5	59,72	0,7322
Peso en canal (g)	974,8	983,3	1033,3	25,05	0,2618
Rendimiento (%)	49,5	49,0	50,8	1,03	0,4813
Peso del hígado (g)	48,8	46,3	50,0	2,38	0,5521
Grasa abdominal (g)	19,5	28,3	16,3	4,41	0,2004
Peso del TGI (g)	189,5	200,8	195,3	11,07	0,7787

EE = Error estándar de la media.

Experimento 3

No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0,05$) para el consumo de MS. Sin embargo, se observó que el consumo de forraje fue mayor ($P<0,05$) en los tratamientos con restricción de alimento (47,7 y 53,5 g/día para C y R), en comparación con los tratamientos con libre acceso al alimento (27,5 y 31,5 g/día para la C y R, respectivamente).

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0,05$) para las variables de ganancia diaria de peso y conversión alimenticia (Cuadro 5). Los tratamientos con restricción de alimento tuvieron las ganancias de peso más bajas ($P<0,05$). Así mismo, los tratamientos control y con libre acceso al alimento tuvieron ganancias diarias de peso similares entre sí ($P>0,05$).

Por otro lado, los tratamientos con libre acceso al alimento tuvieron conversiones alimenticias más bajas (3,4 g/g), en comparación con los conejos con acceso restringido al alimento (4,0 g/g) y control (3,5 g/g; $P<0,05$).

Como consecuencia de la menor ganancia de peso obtenida, los conejos alimentados con restricción de alimento tuvieron pesos vivo y de canal más bajos ($P<0,05$) al final del experimento (C 1643,0 y 790,0 g; R 1708,8 y 822,0 g para peso vivo y de canal,

respectivamente), que los que tuvieron libre acceso al alimento (C 1872,3 y 933,5 g; R 1943,0 y 951,3 g para peso vivo y de canal) y el control (2009,5 y 1050,7g para peso vivo y de canal), resultados que se mencionan en el Cuadro 6. Los conejos alimentados con C, libre acceso al alimento y el tratamiento control tuvieron rendimiento de canal más alto (49,8 % y 52,3 %, respectivamente).

También, se encontró una mayor cantidad de grasa abdominal ($P<0,05$), en los conejos con libre acceso al alimento (18,8 y 28,8 g para C y R, respectivamente) y control (33,3 g) en comparación a los conejos con restricción de alimento (4,5 g).

Los resultados obtenidos en este experimento muestran que la restricción de alimento fue compensada con un incremento en el consumo de forraje, de tal manera que el consumo total de MS/día fue similar entre tratamientos. Estos resultados coinciden con los reportados por Gierus y Rocha (1997) y por Nieves *et al.* (2004), quienes mencionan un incremento en el consumo de alimento conforme se incrementó el nivel de forraje en la dieta. Estos resultados sugieren que los conejos tendieron a incrementar su consumo de MS a partir de los forrajes para tratar de cubrir sus requerimientos de energía.

Cuadro 5. Comportamiento productivo de conejos alimentados con ramón (R) o cayena (C), mas alimento balanceado para conejos a libre acceso (LA) o restringido (RE) y solamente con alimento para conejos (Co).

	Tratamientos				Co	EE	P<
	C		R				
	Alimento para conejos	Alimento para conejos	Alimento para conejos	Alimento para conejos			
	LA	RE	LA	RE			
Consumo total de MS (g/día)	80,3	75,0	82,3	80,1	97,4	4,95	0,2318
Consumo de Forraje, MS (g/día)	27,5a	47,7b	31,5a	53,5b	-	5,04	0,0102
Ganancia de peso (g/día)	23,8bc	18,5a	24,7c	20,5ab	27,5c	1,29	0,0086
Conversión alimenticia (g/g)	3,4a	4,0b	3,4a	4,0b	3,5ab	0,13	0,0068

abc Medias con literales distintas en la misma fila son diferentes estadísticamente ($P<0,05$).

EE = Error estándar de la media.

Cuadro 6. Rendimiento en canal y peso del tracto gastrointestinal (TGI) de conejos alimentados con ramón (R) o cayena (C) y alimento balanceado para conejos a libre acceso (LA) o restringido (RE) y solamente con alimento para conejos (Co).

	Tratamientos				Co	EE	P<
	C		R				
	Alimento para conejos		Alimento para conejos				
LA	RE	LA	RE				
Peso Vivo (g)	1872,3bc	1643,0a	1943,0c	1708,8ab	2009,5c	71,19	0,0317
Peso en canal (g)	933,5bc	790,0a	951,3c	822,0ab	1050,7c	39,60	0,0127
Rendimiento de canal (%)	49,8ab	48,9a	48,0a	48,2a	52,3b	0,74	0,0556
Grasa abdominal (g)	18,0ab	4,5a	28,8b	4,5a	33,3b	5,12	0,0103
Peso del TGI (g)	142,8	133,8	144,8	146,3	134,8	8,65	0,4330

abc Medias con literales distintas en la misma fila son diferentes estadísticamente ($P < 0,05$).

EE = Error estándar de la media.

Los tratamientos con acceso libre al concentrado y tratamiento control (alimento balanceado a libre acceso) tuvieron las ganancias de peso más altas. Estos resultados se asocian al consumo de una dieta de mayor calidad a partir del concentrado.

Al respecto Gidenne *et al.*, (1991) y Gidenne *et al.* (2004), mencionan que el incremento en el consumo de fibra puede disminuir la digestibilidad de la dieta y reducir las ganancias de peso, tal como se observó en este trabajo en los conejos alimentados con restricción de concentrado, y que estuvieron forzados a incrementar su consumo de forraje para tratar de cubrir sus requerimientos de energía.

Es por ello, que el incrementó en el consumo de forraje de los conejos alimentados con restricción de concentrado no fue suficiente para alcanzar las ganancias de peso obtenidas por los conejos alimentados con libre acceso al alimento y el grupo control.

Por su parte, Gierus y Rocha (1997), reportan un incremento en la conversión alimenticia conforme se incrementó de 0 a 45 % el porcentaje de pasto bermuda en la dieta de conejos en crecimiento. Similares resultados se observaron en este trabajo

con los conejos que incrementaron su consumo de forraje al restringirles el alimento.

En este trabajo, el consumo de forraje en los conejos con restricción de alimento representó el 63 y 66 % del consumo total MS para los conejos alimentados con C y R respectivamente, en comparación con los conejos con acceso libre al concentrado (34,2 y 38,3 % para C y R).

El peso más alto de las canales de los conejos con libre acceso al concentrado se asoció a un consumo más alto de una dieta de mejor calidad, en términos de un menor consumo de fibra, sin embargo, esto no se reflejó en un mayor rendimiento de canal, pero sí en un mayor contenido de grasa abdominal. Lo anterior es el reflejo de un mayor consumo de energía a partir del concentrado. Según varios reportes, la disminución en la proporción de fibra en la dieta se asocia con un incremento en la digestibilidad de los nutrientes y en una mayor cantidad de energía disponible para ser depositada en los tejidos (Uko *et al.*, 1999; Gidenne *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos indican que sería posible tener un sistema de alimentación para conejos a base de R y C, lo cual reduciría la utilización de la alfalfa como fuente convencional de forraje.

CONCLUSIÓN

La digestibilidad de los componentes nutritivos del R y la C, así como el comportamiento productivo observado en este trabajo, sugieren que dichas especies forrajeras pueden ser utilizadas como suplemento de piensos comerciales para el crecimiento de conejos.

LITERATURA CITADA

- AOAC. (1980). Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. 15th Edition. Washington D.C., USA.125-134 p.
- De Blas C., J. Wiseman, M. J. Fraga, and M. J. Villamide. 1992. Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feeds for rabbits. 2. Mixed diets. Anim. Feed Sci. Tech., 39:39-59 p.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 219 p.
- García-Trujillo R. (1991). Milk production systems based on pasture in the tropics. En Feeding dairy cows in the tropics, Speedy A. and Sansoucy R. (editors) Animal Production and Health Paper No 86. 156-168 p, FAO, Roma, Italia. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AHPP86/Trujillo.pdf>. [Noviembre 10, 2008].
- Gasmi Boubaker A., H. Abdul, M.R.Mosqueda Lozada, L. Tayachi, M. Mansouri and I. Zaidid. 2007. Cork oak (*Quercus suber L.*) acorn as a substitute for barley in the diet of rabbits; Effect on In vivo digestibility, growth and carcass characteristics. J. anim. Vet. Adv. 6:1219-1222 p.
- Gidenne T., B. Carré, M. Segura, A. Lapanouse and J. Gomez. 1991. Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. Anim. Feed Sci. Tech., 32:215-221 p.
- Gidenne T., N. Jehl, A. Lapanouse and M. Segura. 2004. Inter-relationship of microbial activity, digestion and gut health in the rabbit: effect of substituting fibre by starch in diets having a high proportion of rapidly fermentable polysaccharides. Br. J. Nutr., 92:95-104 p.
- Gierus M. and J. B. Rocha. 1997. Forage substitution in a grain-based diet affects pH and glycogen content of semimembranosus and semitendinosus rabbit muscles. J. Anim. Sci. 75:2920-2923p.
- Hong N. N. T. 1998. Effect of *Sesbania grandiflora*, *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ceiba pentadra* on intake, digestion and rumen environment of growing goats. Lives. Res. Rural Develop., 10. Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd10/3/nhan1.htm>. [Noviembre 22, 2008].
- Lizarraga S. H., S. F. Solorio y C. C. Sandoval. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. Lives. Res. Rural Develop., 13. Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/6/liza136.htm>. [Noviembre 22, 2008].
- Nieves D., J. Cordero, O. Terán y C. González. 2004. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. Zoot. Trop. 22:183-190p.
- Nouel G., M. Espejo, R. Sánchez, P. Hevia, H. Alvarado, A. Brea, Y. Romero. y G. Mejías. 2003. Consumo y digestibilidad de bloques nutricionales para conejos, compuestos por tres forrajeras del semiárido comparadas con soya perenne. Bioagro 15:23-30 p.
- Raharjo Y. C. P. R. Cheeke, and N. M. Patton. 1990. Effect of cecotrophy on the nutrient digestibility of alfalfa and black locust leaves. J. Appl. Rabbit Res., 13:56-61 p.
- Santos R. R. y S. J. Abreu.1995. Evaluación nutricia de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en alimentación de cerdos. Vet. Méx., 26:51-57 p.
- Steel R. G. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística. McGraw-Hill. USA. 118-131 p.
- Uko O. J., A. M. Ataja and H. B. Tanko. 1999. Respuesta de los conejos a la inclusión en la dieta de subproductos de cereales como fuente de energía. Arch. Zootec. 48:285-294 p.
- Van Soest P., Robertson, J. and Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber

- and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583- 3597p.
- Quintero V. V. (1993). Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. *Lives. Res. Rural Develop.*, 5. Disponible línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd5/3/vict1.htm>. [Noviembre 22, 2008].
- Martin G. and J. B. Teixeira Rocha. 1997. Forage substitution in a grain based diet affects pH and glycogen content of semimembranosus and semitendinosus rabbit muscles. *J. Anim. Sci.*, 75:2920-2923 p.
- Yerena F., H. M. Ferreiro, R. Elliott, R. Godoy y T. R. Preston. 1977. Digestibility of ramon (*Brosimum alicastrum*), *Leucaena leucocephala*, buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), sisal pulp and sisal bagasse (*Agave fourcroydes*). *Trop. Anim. Prod.*, 3:27-29 p.

Crecimiento del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877), en lagunas de cultivo

Trinidad Urbano^{1*}, Annie Silva-A¹, Lorenis Medina¹, Carlos Moreno¹, Miguel Guevara², y César Graziani³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Tucupita 6401, Delta Amacuro, Venezuela. *Correo electrónico: turbano@inia.gob.ve.

²Universidad de Oriente, Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Sucre, Venezuela.

³Fundación para la Investigación y el Desarrollo de la Acuicultura del estado Sucre. Gobernación del estado Sucre, Cumaná 6101. Sucre Venezuela.

RESUMEN

Con miras a utilizar el camarón *Macrobrachium jelskii* como fuente proteica en la elaboración de alimentos para peces, se evaluó el período apropiado para su cultivo y crecimiento, utilizando 2 dietas y 2 densidades de siembra. Se colectaron los camarones en el caño Manamo, Tucupita, estado Delta Amacuro, con peso de $0,34 \pm 0,087$ g y se sembraron en corrales de 3 m² dentro de lagunas de cultivo. Se evaluaron 4 tratamientos: T₁: alimento con 20% de proteína y densidad de 40 ind/m²; T₂: 20% de proteína y 80 ind/m²; T₃: 28% de proteína y 40 ind/m², y T₄: 28% de proteína y 80 ind/m²; con 3 repeticiones por tratamiento. Los camarones se alimentaron con una ración diaria entre el 20 y 10 % de la biomasa existente. Los registros de peso y longitud promedio se realizaron mensualmente. Diariamente se realizaron mediciones de Temperatura, Oxígeno disuelto y pH del agua de las lagunas. La cosecha total se realizó a los 140 días de cultivo; sin embargo, el análisis de los resultados mostró que los mayores pesos y longitudes promedio fueron alcanzados a los 100 días, cuando se observaron diferencias significativas en ambas variables, debido al factor dieta; indicando que el alimento con menor porcentaje de proteína fue aprovechado de igual manera en ambos niveles de densidad de siembra. Algunos valores de supervivencia resultaron mayores al 100 % debido a la reproducción de la especie dentro de los corrales.

Palabras clave: camarón, *Macrobrachium jelskii*, acuicultura, densidades, dietas.

Growth of freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877), in ponds

ABSTRACT

In order to use the shrimp *Macrobrachium jelskii* as a protein source in food processing for fish, it was evaluated the appropriate period of crop and the growth of the shrimp in earthen ponds, using two diets and two stocking densities. The shrimps were collected in the Caño Manamo, Tucupita, Amacuro Delta State, and after identification and selection to a weight of $0,34 \pm 0,087$ g, they were stocked in cages of 3 m² within ponds. Four treatments were tested: T₁: food with 20% protein and density of 40 shrimp/m²; T₂: food with 20% protein and density of 80 ind/m²; T₃: food with 28% protein and density of 40 ind/m² and T₄: food with 28% protein and density of 80 ind/m², with three replicates per treatment. The shrimp were fed with a daily ration calculated between 20 and 10% of the existing biomass. The samples for observation of average weight and length were made monthly. Daily measurements of temperature, oxygen and pH of the water of the ponds, were performed. The total crop was conducted at 140 days of cultivation; however, the analysis of the results showed that higher weights and lengths were reached at 100 days, when differences were observed in both variables due to the factor diet, indicating that

the food with a lower percentage of protein was used equally in both levels of density. Due to the reproduction of the species within the corrals, some values of survival were greater than 100%.

Keywords: shrimp, *Macrobrachium jelskii*, aquaculture, density, feed.

INTRODUCCIÓN

El camarón *Macrobrachium jelskii*, es una especie de agua dulce perteneciente al orden decapoda, familia Palaemonidae que ha sido frecuentemente registrada en pequeños ríos, caños y lagunas de inundación en los Llanos venezolanos; así como en el Occidente (Zulia) y Oriente (Anzoátegui, Monagas) de Venezuela (Pereira, 1982), se ha registrado también en el Delta del Orinoco y en localidades cercanas al mar (Montoya, 2003). Debido a su pequeño tamaño y escaso valor comercial, ha sido empleado para el cultivo de peces carnívoros y como carnada, en países como Brasil (López y Pereira, 1998, Gamba, 1997).

No obstante, este camarón posee concentraciones de proteínas y lípidos superiores al 50% y 10%, respectivamente (Ramírez 2008), constituyendo un recurso autóctono de alto valor nutricional que pudiera ser empleado como materia prima para la elaboración de dietas para peces y otros organismos acuáticos. Sin embargo, para evitar el detrimento de las poblaciones naturales de los camarones, para el uso propuesto, es necesario encontrar fórmulas de cultivo que permitan alcanzar la mayor talla y peso de los animales, en el menor tiempo posible, para así maximizar su productividad bajo condiciones de cautiverio.

Este camarón presenta particularidades que lo hacen apropiado para el cultivo, como ser de ciclo larval abreviado, hábitos omnívoros; no requiere agua salada para su reproducción y además tiene la capacidad de soportar condiciones de casi ausencia de oxígeno disuelto en el medio donde se encuentra (Bastos y Paiva, 1959; Green *et al.*, 1976; Gamba, 1980; Magalhaes, 2000).

Experiencias previas realizadas por Gamba (1984) y Graziani *et al.* (1998) han demostrado la facilidad de obtener reproducción en el laboratorio, con hembras ovígeras capturadas en el medio natural. Así mismo, Mendes, (1999), ha comprobado la factibilidad de realizar policultivo de *M. jelskii* con

alevines de *Carassius auratus*, en lagunas de tierra. Sin embargo, el éxito en el cultivo de las especies de *Macrobrachium* está condicionado al establecimiento de diversas técnicas de mantenimiento como alimentación, calidad de agua, así como valores de siembra a densidades ideales que puedan favorecer el crecimiento y la sobrevivencia (Lombardi y Lobao, 1989). En el presente estudio se evaluó el crecimiento del camarón *M. jelskii* a diferentes densidades de siembra y alimentados con dos dietas en corrales de cultivo con miras a emplearlo como materia prima para la elaboración de alimento para peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de *M. jelskii*, fueron colectados en las riberas del caño Manamo, (09° 07'33" N y 62° 05'52" O), en las cercanías de la ciudad de Tucupita, estado Delta Amacuro, con un tren de 1,5 cm de ojo de malla, confirmando su identificación mediante las claves de Rodríguez (1980) y las descripciones de López y Pereira (1996); seguidamente, fueron seleccionados a un peso promedio de $0,34 \pm 0,087$ g, y sembrados en corrales de 3 m² elaborados con material plástico TRICAL® de 5x5 mm de abertura de malla. Los corrales fueron fijados al fondo de dos lagunas de tierra de 750 m², llenadas con agua del caño Manamo, previamente filtrada mediante una malla de plancton de 300 micras.

Se evaluaron 4 tratamientos para el cultivo del camarón, aplicando un diseño factorial con 2 dietas de diferente porcentaje de proteína cruda (PC): Dieta 1 (Alimento para aves de 20 % PC) y Dieta 2 (alimento para peces de 28 % PC); y 2 densidades de siembra: Densidad 1 (40 ind/ m²) y Densidad 2 (80 ind/ m²), con 3 repeticiones por tratamiento. (Cuadro 1).

La alimentación diaria se inició con 20% de la biomasa, para luego ajustarse a 10% cuando los animales alcanzaron 1g de peso promedio. La ración fue suministrada en 2 porciones a las 9:00 am y 1:00 pm, 5 días a la semana.

Cuadro 1. Discriminación de los tratamientos probados para el cultivo del camarón de río *Macrobrachium jelskii* en el estado Delta Amacuro.

Tratamiento	Factor Dieta	Factor Densidad de siembra (ind/m ²)
1	Alimento para aves 20 % PC	40
2	Alimento para aves 20 % PC	80
3	Alimento para peces 28 % PC	40
4	Alimento para peces 28 % PC	80

Mensualmente, se extrajo una muestra correspondiente al 10% de la población de cada corral para registrar la longitud total (rostrum-telson), con una escala de 0,1 mm, y el peso con una balanza digital de 0,01 g; posteriormente, los ejemplares fueron reubicados en su corral.

El ensayo se llevó a cabo durante 140 días (julio-noviembre de 2007), al término de los cuales se realizó la cosecha total de los camarones, registrándose el peso, la longitud y la supervivencia final en cada uno de los corrales.

Durante el ensayo se realizaron mediciones diarias de temperatura y oxígeno disuelto del agua con un oxímetro digital marca YSI, modelo 85D y de pH con un potenciómetro de campo YSI modelo 63, con la finalidad de registrar las variables físico-químicas en el interior de los corrales. Se efectuaron recambios de agua no mayores al 5% del volumen total de los estanques, cuando las concentraciones de oxígeno y pH variaron fuera del intervalo adecuado para el crecimiento de la especie.

Se determinó la tasa de crecimiento específica (TCE) por el método de Ricker (1979): $TCE = 100 * (\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / \text{días de cultivo}$; la ganancia de peso diaria (GPD) mediante la fórmula $GPD = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{días de cultivo}$ y la tasa de conversión alimenticia (TCA) al final del ensayo: $TCA = \text{gramos de alimento suministrado} / \text{gramos de peso ganado}$; según Al-Hafedh *et al.* (1999).

Se registró la supervivencia final por tratamiento. El crecimiento obtenido por los camarones sometidos a los cuatro tratamientos de cultivo fue evaluado mediante un ANOVA de dos vías (Sokal y Rohlf, 1981), previo análisis de normalidad y homocedasticidad de los datos, y una prueba a posteriori de Rangos Múltiples en los casos donde se detectaron diferencias

significativas ($P \leq 0,05$). Para los análisis se empleó el programa Statgraphics Plus 5.1.

Se realizó, además, análisis del crecimiento de esta especie mediante la regresión de mínimos cuadrados entre la longitud y el peso de todos los individuos obtenidos a lo largo del ensayo, para obtener la respectiva ecuación de predicción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de los camarones *Macrobrachium jelskii*, cultivados en corrales, mostró incremento de peso constante durante los tres primeros meses después de la siembra, alcanzándose, en promedio, los mayores pesos a los 100 días de cultivo seguido por disminución de la curva de crecimiento (Figura 1).

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de crecimiento por tratamiento, alcanzados a los 140 días de cultivo. El mayor peso promedio correspondió a T_3 ($1,54 \pm 0,63$ g) con diferencias significativas ($P \leq 0,05$), con los pesos obtenidos en T_1 ; pero sin diferencias con los de T_2 y T_4 . La biomasa final fue mayor en T_4 ; sin embargo, la mejor tasa de crecimiento correspondió a T_3 , mostrando valores negativos en los otros tratamientos.

El reclutamiento de individuos, producto de la reproducción de la especie en los corrales de cultivo, no permitió determinar adecuadamente las supervivencias al final del ensayo, ya que, en algunos casos éstas sobrepasaban el 100 %, por lo que fue imposible deducir si los tratamientos aplicados influyeron en la supervivencia obtenida.

A nivel de dietas, la dieta 2 con 28 % de PC, produjo pesos promedios significativamente mayores a los obtenidos con la Dieta 1 ($P \leq 0,05$). No se observó efecto del factor densidad de siembra (40 y 80 individuos/m²) en el crecimiento de los camarones.

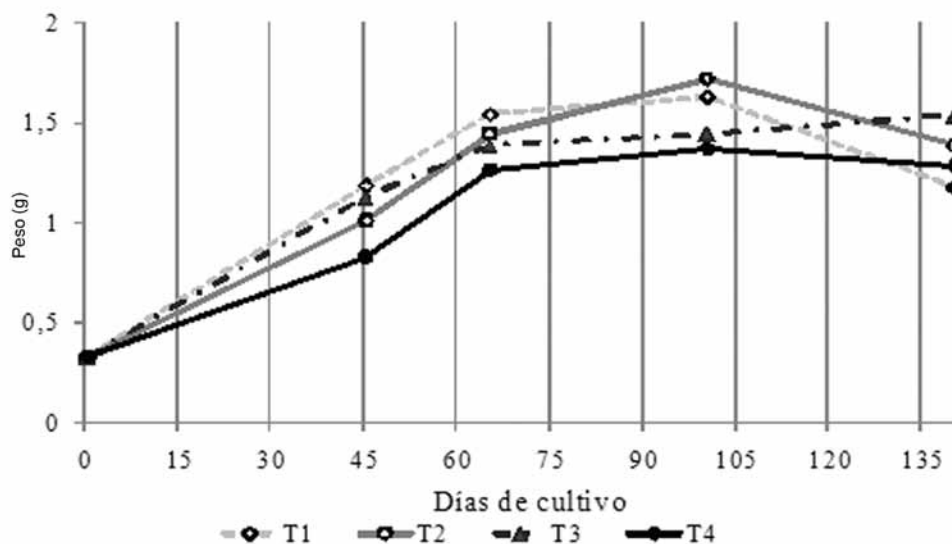


Figura 1. Crecimiento en peso del camarón de río *Macrobrachium jelskii* cultivado en corrales en el estado Delta Amacuro.

Cuadro 2. Cuadro resumen de los valores promedio y su respectiva desviación estándar del crecimiento por tratamiento del camarón *Macrobrachium jelskii*, a los 140 días de cultivo.

Variables consideradas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
N° de organismos sembrados	120	240	120	240
N° de organismos cosechados	156	172	118	241
Longitud Inicial (mm)	3,24 ± 0,23	3,24 ± 0,23	3,2 ± 0,23	3,24 ± 0,23
Longitud Final (mm) *	4,60 ± 0,56 a	4,59 ± 0,74 a	5,11 ± 0,82 b	4,97 ± 0,65 b
Peso Inicial (g)	0,34 ± 0,09	0,34 ± 0,09	0,34 ± 0,09	0,34 ± 0,09
Peso Final (g) *	1,17 ± 0,61 a	1,37 ± 0,58 b	1,54 ± 0,63 c	1,27 ± 0,41 a, b
Biomasa Inicial (g)	39,6	79,2	39,6	79,2
Biomasa Final (g)	239,15	245,43	180,95	440,32
TCA	5,01	11,75	9,32	4,94
TCE (%/día) *	0,82 ± 0,28 a	0,90 ± 0,30 b	1,02 ± 0,31 c	0,90 ± 0,24 b,c
GPD (g/día)	-0,011	-0,008	0,002	-0,002
Sobrevivencia (%)	130,3	71,7	97,9	142,2

(*) Valores que comparten la misma letra no difieren estadísticamente.

Debido a que los mayores valores de peso no fueron alcanzados al final del ensayo, sino a los 100 días de cultivo, se realizó un análisis de varianza para este período, observándose también la existencia de diferencias significativas debido al factor dieta ($P \leq 0,05$), sin embargo, en este caso fue la dieta 1 (20% de PC) la que proporcionó los mayores pesos y longitudes ($1,66 \pm 0,730$ g y $5,46 \pm 0,66$ mm, respectivamente), en comparación con los valores obtenidos con la dieta 2 ($1,39 \pm 0,423$ g y $5,22 \pm 0,53$ mm).

El hecho de que el alimento de menor porcentaje de proteína produjera los mayores pesos y longitudes, coincide con estudios realizados en juveniles de *M. rosenbergii*, quienes no mostraron diferencias en el crecimiento y supervivencia cuando fueron alimentados con dietas con rangos de proteína entre 15 y 35% (Balazs y Ross, 1976; Boonyaratpalin y New, 1980). Asimismo, Posadas (2004) encontró que un nivel de proteína más elevado en el alimento, no conduce necesariamente a una mayor producción de camarón, en el caso del *M. rosenbergii*. En este sentido, Luna *et al.* (2007), utilizando dietas con niveles de proteína de 25, 28 y 35%, reportaron un mejor crecimiento en postlarvas de *M. rosenbergii* alimentadas con la dieta de menor nivel proteico.

No obstante, Valenti (2002), recomienda usar raciones con un contenido proteico mayor al 40 % para la alimentación de camarones de agua dulce; por otra parte, en *M. tenellum*, García-Ulloa *et al.* (2008), obtuvieron a los 45 días de cultivo, pesos promedios similares a los obtenidos en este ensayo, utilizando dietas isoproteicas de 40% de proteína. No existen reportes de una dieta específica para la cría de *M. jelskii*, por lo que la obtención de los mayores pesos con el alimento de menor precio y contenido proteico, disminuirían los costos de producción, constituyendo una ventaja para su cultivo.

En referencia al factor densidad de siembra, no se constató la existencia de diferencias significativas ($P \geq 0,05$) a los 100 días de cultivo, en el crecimiento con las 2 densidades probadas (40 y 80 ind/m²). Lobao y Lombardi (1994), trabajando con *M. amazonicum*, mantenidos a 10, 30, 50 y 70 ind/m² obtuvieron sobrevivencias del 100 %, con mayor incremento de peso en camarones mantenidos a 10 y 30 ind/m². En tal sentido, algunos autores (Willis y Berrigan, 1977; Valenti, 1989), enfatizan que para la obtención de

mayores pesos promedio individuales, las densidades menores son las más indicadas. No obstante, es importante considerar que dado el pequeño tamaño de *M. jelskii* y su posible uso como materia prima para la elaboración de alimento concentrado, se planteó que las densidades de siembra debían ser altas para la obtención de una mayor biomasa en el menor tiempo posible. Al respecto Moraes Riodades (2005), encontró que *M. amazonicum* soporta densidades de 80 ind/m² sin afectar la supervivencia y alcanzando una elevada productividad en cultivo sin alterar la capacidad de carga del sistema. Los resultados obtenidos en este ensayo sugieren que las densidades probadas fueron adecuadas para el cultivo de *M. jelskii*.

Los mayores pesos y longitudes promedio obtenidos en este estudio (1,72 g y 5,55 cm), fueron superiores a los citados por Graziani *et al.* (1998) para ejemplares adultos de *M. jelskii* capturados en el estado Sucre (1,18 g y 4,80 cm), y por López y Pereira (1996) en el estado Delta Amacuro, quienes encontraron hembras de 3,69 cm. Al respecto, Holthuis (1952) afirma que la talla máxima para *M. jelskii* es de 5,6 cm, lo que indica que los camarones alcanzaron un tamaño adecuado en las jaulas a los 100 días de cultivo.

La disminución en la curva de crecimiento ocurrida después de los 100 días, pudo ser ocasionada por la aparición de reclutas dentro de la muestra estudiada, producto de la reproducción de la especie en los corrales que fue corroborada por la presencia de hembras ovadas. Esta observación coincide con lo reportado por García-Ulloa *et al.* (2008), quienes relacionaron la disminución de la ganancia de peso en *Macrobrachium tenellum*, con el comportamiento reproductivo de la especie. Valenti (1987), explica que durante el proceso reproductivo de algunas especies de camarones de agua dulce, las hembras utilizan sus reservas para la maduración de las gónadas y consecuentemente reducen su tasa de crecimiento. Esto fue observado también por Nylander *et al.* (2007), en *M. amazonicum* capturados del medio natural en Brasil.

La relación entre la longitud total (LT) y el peso total de los organismos de *M. jelskii*, obtenidos a lo largo del ensayo, se ajustó a una relación potencial positiva altamente significativa entre ambas variables ($R^2 = 0,95$). La constante de regresión ($b = 2,89$), no se

alejó estadísticamente de tres ($t_s = 0,1473$; $P \leq 0,05$), lo cual es indicativo que esta especie presentó un crecimiento isométrico, representado por la ecuación de predicción: $PT=0,01LT^{2,95}$ (Figura 2).

En Brasil Taddei (2006), encontró valores alométricos negativos en ambos sexos en *M. jelskii*, lo que indica que hubo mayor crecimiento de tamaño en relación al peso. En este ensayo, la observación de hembras ovadas sugiere que el peso pudo haber sido influenciado por el desarrollo gonadal, como lo indica Soares (2008), quien encontró valores alométricos negativos en los dos sexos pero con tendencia a la isometría en las hembras ($b=2,90$ en el río), lo cual fue atribuido a un incremento de peso en las hembras debido al aumento de peso de la gónada.

Los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua registrados durante el período de cultivo son mostrados en el Cuadro 3.

La temperatura promedio fue $29,97 \pm 0,81$ °C; manteniéndose dentro de los límites aceptables para la supervivencia de muchas especies de *Macrobrachium* (Guest y Durocher, 1979). El pH mostró una mayor variación a lo largo del tiempo con un promedio de $8,38 \pm 1,14$; las oscilaciones observadas pudieron ser producto de una elevada concentración de CO_2 ocasionado por un bloom fitoplanctónico que se presentó en los corrales, manifestado por una coloración verdosa intensa del agua.

Los rangos extremos registrados para el pH, estuvieron fuera de los valores recomendados para el cultivo de los camarones de agua dulce, según lo considerado por Pretto (1988), quien señaló que para obtener un buen desarrollo del langostino *M. rosenbergii*, el pH debe oscilar entre 7 y 8,6 unidades, sin embargo, estos valores extremos no se mantuvieron en el tiempo, por lo que posiblemente no influyeron en el crecimiento del camarón.

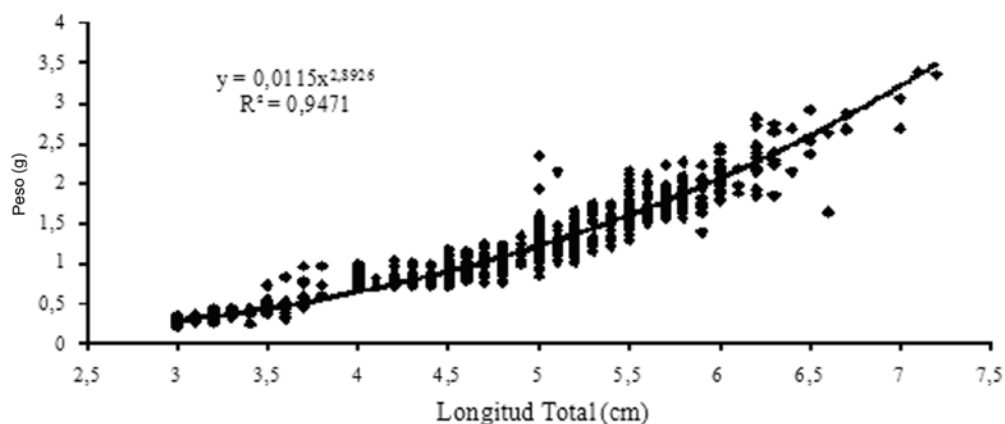


Figura 2. Relación longitud - peso del camarón *Macrobrachium jelskii* cultivado en el estado Delta Amacuro.

Cuadro 3. Valores de: oxígeno, pH y temperatura, registrados durante el período de cultivo de *Macrobrachium jelskii* en el estado Delta Amacuro.

Indicadores estadísticos	Oxígeno (mg/l)	pH	Temperatura (°C)
Promedio	5,30	8,38	29,97
Máximo	13,55	11,10	31,50
Mínimo	1,03	6,00	28,10
Desviación Estándar	2,15	1,14	0,81

En el Cuadro 3 también se puede observar, la variación del oxígeno a lo largo del ensayo, el valor promedio fue de $5,30 \pm 2,15$ mg/l el cual se encuentran dentro del rango normal para el cultivo de la mayoría de las especies de camarones; sin embargo, puntualmente se presentaron valores muy altos (13,55 mg/l) seguidos de disminuciones drásticas de hasta 1,03 mg/l que pudieron haber afectado el desarrollo y sobrevivencia de los camarones. En tal sentido Mires (1983), señala que la concentración de oxígeno disuelto adecuada para la supervivencia de los camarones *M. rosenbergii* es de 2,5 a 8,4 mg/l.

CONCLUSIONES

El camarón de río *M. jelskii* presentó mayor crecimiento, en longitud y peso, cuando fue alimentado con una dieta para aves con 20% de proteína. Las densidades de siembra empleadas en este estudio (40 y 80 ind/m²), no modificaron el crecimiento de la especie en los corrales de cultivo, estableciéndose como período óptimo de cultivo de esta especie los 100 días. Se constató la reproducción natural del camarón en las jaulas de cultivo, a través de la observación de hembras ovadas y la presencia de crías en las jaulas. El peso y longitud alcanzados por *M. jelskii*, en el presente trabajo confirman la posibilidad de producir este camarón bajo condiciones de cultivo.

LITERATURA CITADA

- Al-Hafedh, Y., A. Siddiqui and M. Saiady. 1999. Effects of dietary protein levels on gonad maturation, size and age at first maturity, fecundity and growth of Nile tilapia. *Aquaculture, International*, 7: 319-332.
- Balazs, G. and E. Ross. 1976. Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquacult.*, 7:299-313.
- Bastos, J. y M. Paiva. 1959. Notas sobre o consume de oxigenio do camarao sossego *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) Chace y Holthuis, 1948. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 19 (4): 413-419.
- Boonyaratpalin, M. and M. New. 1980. Evaluation of diets for *Macrobrachium rosenbergii* reared in concrete ponds. En New M.B. (Ed.). *Giant Prawn Farming*. Elsevier. pp. 249-256.
- Gamba, A. L. 1980. Desarrollo larval abreviado del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877). *Primeras Jornadas Científicas*, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela, p. 169-190.
- Gamba, A. L. 1984. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium jelskii* and *M. amazonicum* in a Venezuelan continental lagoon. *Inter. J. Invert. Rep.* 7:135-142.
- Gamba, A. L. 1997. Biología reproductiva de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) y *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) en Venezuela (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Acta Cient. Venezolana*, 48: 19-26.
- García-Ulloa, M., L. López-Aceves, J. Ponce-Palafox, H. Rodríguez-González and J. Arredondo-Figueroa. 2008. Growth of fresh-water prawn *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) juveniles fed isoproteic diets substituting fish meal by soya bean meal. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(1): 57-65.
- Graziani, C., C. Moreno y T. Orta. 1998. Efecto de la inseminación natural y artificial en la reproducción de *Macrobrachium jelskii* (Miers) (Decapoda: Palaemonidae). *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela, Univ. Oriente*, 37 (1 y 2): 35-42.
- Green, J., S. Corbet, E. Watts and O. Lan. 1976. Ecological studies on Indonesian lakes. Overturn and restratification of Ranu Lamongan. *Journal of Zoology*, 180:315-354.
- Guest, W. and P. Durocher. 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: effects of salinity and temperature on survival. *Progressive Fish. Culturits*, 41(1): 14-18.
- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas II. The Subfamily Palaemoninae. *Ocassional Papers of the Allan Hancock Foundation*, Los Angeles, 12:1-396.
- Lobao, V. e R. Lombardi. 1994. Influencia da densidade inicial de estocagem no desenvolvimento de

- Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) e *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda Palaemonidae em laboratório. B. Inst. Pesca, São Paulo, 21: 11-17.
- Lombardi, J. e V. Lobao. 1989. Doenças e demais fatores causadores de mortalidade em camarões jovens e adultos pertencentes ao gênero *Macrobrachium*. **In:** Simposio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão. Anais...MCR-Aquacultura, João Pessoa, p. 409-10.
- López B. y G. Pereira. 1996. Inventario de los crustáceos decápodos de las zonas altas y media del delta del río Orinoco, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 16 (3): 45-64.
- López, B. y Pereira, G. 1998. Actualización del inventario de crustáceos decápodos del Delta del Orinoco. **In:** López, J. L. *et al* (eds), El Río Orinoco. Aprovechamiento sustentable, IMF-Fac. de Ingeniería, UCV. Caracas. pp. 76-85.
- Luna, M. C. Graziani, E. Villaroel, M. Lemus, C. Lodeiros, y G. Salazar. 2007. Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de postlarvas del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. *Zootecnia Trop.*, 25(2): 111-121.
- Magalhaes, C. 2000. Abreviated development of *Macrobrachium jelskii* (Miers 1877) Crustacea: Decapoda: Palaemonidae from de Rio Solimoes foodplain, Brasil reares in the laboratory. *Nauplius*, Río Grande, 8 (1): 1-14.
- Mendes, G. N. 1999. Policultivo do camarão *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) com alevinos de *Carassius auratus*. Congresso; **In:** XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca; Reice, Brasil; impresso.
- Mires, D. 1983. The development of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) culture in Israel. *BAMIDGEH*. No.3.35:63-72.
- Montoya, J. V. 2003. Freshwater shrimps of the Genus *Macrobrachium* Associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science*, 39, (1). 155-159.
- Moraes-Riudades, P. 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica / 2005. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, p. 117.
- Nylander, S., F. Lucena e J. Souto, 2007. Estudo do Crescimento do Camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado Do Pará. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, Belém, 2, (4): 85-104.
- Pereira, G. 1982. Los camarones del género *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) de Venezuela. Taxonomía y distribución. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. p. 227.
- Posadas, B. C. 2004. Effects of Two Pelletized Feed Formulations on Experimental Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* Pond Production, Processing, and Costs. *Journal of Applied Aquaculture*, 16(3-4): 155-165.
- Pretto, M. R. 1988. Manual del cultivo del camarón de río gigante de Malasia. Dirección Nacional de acuicultura rural. CEDIA. Santiago de Varaguas. Panamá. p. 122.
- Ramírez, E. 2008. Contenido de proteínas, carbohidratos y análisis lipídico del camarón dulceacuícola *Macrobrachium sp.* sometido a condiciones de cultivo. Tesis de Pregrado. Departamento de Química. Universidad de Oriente. Venezuela. p 71.
- Ricker, W. E. (1979), Growth rates and models. In: *Fish physiology*, volume III, Bioenergetics and growth, eds. Hoar, W. S.; Randall, D. J. and Brett, J. R. Academic Press, New York, USA, pp. 599-675.
- Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, p. 494.
- Soares, M. 2008. Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Represa de Tres Marias e no Río Sao Francisco, MG, Brasil. Dissertacao (Mestrado) Universidade Federal Rural do Río de Janeiro, Instituto de Biologia, p. 74.

- Sokal, R. y Rohlf, F. 1981. Introducción a la bioestadística Ed. Reverte, S.A. Barcelona, España, p. 316.
- Taddei, F.G. 2006. Biología populacional, reproductiva e crecimiento do camarao pelemoideos *Macrobrachium jelskii* (Miers 1887) e *Macrobrachium brasiliensis* (Heller, 1868) (Crustacea: Caridea) na região noroeste do estado do Sao Paulo. Tese Doutorado en Ciencias Biologicas- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. p. 217.
- Valenti, W. 1987. Comportamento reproductivo de camarões de água doce. **In:** Encontro Anual de Etologia, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal, pp 195-202.
- Valenti, W. 1989. Efeitos da densidade populacional sobre o cultivo do camarao *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) no norte do Estado de Sao Paulo Tese de Doutrado Depto. de Biologia do Instituto de Biociências, USP, p.132.
- Valenti W. 2002. Criacao de camaroes de agua doce. In Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associacao Portuguesa dos Engenheiros Zootecnicos, pp. 229-237.
- Willis, S. and M. Berrigan. 1977. Effect of stocking size and density on growth and survival of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in ponds. Proc. World Mari. Soc., Florida, 8:251-264.

Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochidolus mariae*)

Glenn Hernández*, José González, Edgar Alfonso, Yaquelin Salmeron y Pablo Pizzani

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), estado Aragua, Venezuela. Apartado postal 4653. Maracay 2101, *Correo electrónico: gherandez@inia.gob.ve.

RESUMEN

Para determinar el efecto de la relación de energía/proteína en larvas de Coporo (*Prochidolus mariae*), se utilizaron 6 dietas formuladas con niveles crecientes de proteína cruda (30, 35 y 40%) y energía (2.500 y 3.000 Kcal/kg). Se registró semanalmente en las larvas la ganancia de peso (GP), longitud total (LT) y mortalidad (M), a través de un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial 2X3 (niveles de energía x niveles de proteína) a un nivel de significación $\alpha=0,05$. El peso promedio y LT de los ejemplares, a los 15 días de cultivo, fueron superior ($P < 0,05$), en la dieta de proteína/energía 40/2.500 (17,42 mg y 2,44 cm, respectivamente). Los resultados de sobrevivencia de las larvas de Coporo durante la fase de levantamiento no difirieron entre las diferentes dietas ($P > 0,05$), variando de 94 a 99%. Los parámetros físico químicos de calidad de agua se mantuvieron constantes. Cuando se analiza la relación de energía/proteína de 2.500Kcal/kg/40% y 3.000Kcal/kg/40% se observa mejores respuestas al más bajo valor de energía, posiblemente debido al menor requerimiento de energía de la especie, sin embargo, puede deberse al aporte de energía por la proteína. En el caso del nivel energético más bajo, parte de la proteína, puede haber sido desviada al metabolismo catabólico en vez de emplearse para el crecimiento. Los resultados muestran que las larvas de Coporo requieren exigencias altas, igual o mayor de 40% de proteína cruda en la dieta y aparentemente no requieren más de 2.500 Kcal para realizar su metabolismo inicial.

Palabras claves: requerimiento, energía, proteína, larvas, Coporo.

Effects of the relation energy/ protein in the larvas of Coporo (*Prochidolus mariae*)

ABSTRACT

In order to determine the effect of the energy relation/protein in Copore larvae (*Prochidolus mariae*), 6 diets formulated with increasing crude protein levels (30, 35 and 40%) and energy were used (2.500 and 3.000 Kcal/kg). The gain of weight, length overall was registered weekly in the larvae and mortality, through a design completely randomized with a factorial adjustment 2X3 (levels of energy x protein levels) to a meaning level $\alpha=0,05$. The weight average and length overall of the units, to the 15 days of culture, was superior ($P < 0,05$) in the protein diet/energy 40/2.500 (17,42 mg and 2,44 cm, respectively). The results of sobreexperience of the copore larvae during the phase of rise did not differ between different diets ($P > 0,05$), varying from 94 to 99%. The chemical parameters physical of quality of water stayed constants. When the energy relation is analyzed/protein of 2.500Kcal/kg/40% and 3.000Kcal/kg/40% is observed better answers the lowest value of energy, possibly due to the smaller requirement of energy of the species, nevertheless can be due to the contribution of energy by the protein. In the case of the lower power level, part of the protein, can be turned aside to the catabolic metabolism instead of being used for the growth, the results show that the copore larvae require high exigencies, equal or greater of 40% of crude protein in the diet and apparently they do not require more than 2.500 Kcal to make its initial metabolism.

Keywords: requirement, energy, protein, larvae, Copore.

INTRODUCCIÓN

Venezuela cuenta con una riqueza íctica de importancia, la cual no se conoce totalmente en lo que respecta a su biología básica como alimentación, crecimiento y reproducción, referencias que permita su utilización en programas piscícola.

Dentro de la actividad piscícola, uno de los parámetros más importantes es la nutrición de los peces, no solo por el costo que demanda, sino porque de ella, depende en gran medida, el éxito de la producción (Patel y Yakupituyage, 2003). Por ello, es importante conocer los requerimientos de cada especie principalmente en nutrientes esenciales como la proteína, cuyas concentraciones óptimas dependen del balance de energía y proteína.

Un exceso de energía, como resultado en la formulación con una alta relación energética digestible y energía proteica, a menudo detiene la ingesta de alimento antes de que consuma suficiente proteína, es así, como está determinado fundamentalmente, por la energía total disponible de la dieta. Adicionalmente se puede obtener bajos índices de crecimiento, o baja rentabilidad económica cuando se utilizan fórmulas de bajo contenido de energía (Cowey, 1974).

El suministro de un balance óptimo de energía y proteína en la dieta es importante, por cuanto, un exceso o deficiencia, resulta en un retraso en la tasa de crecimiento. Si la dieta es deficiente en energía, se usará la proteína con fines energéticos, más que para la síntesis de proteína, ya que los animales primero cubren sus necesidades energéticas.

Por otro lado, si la dieta contiene un exceso de energía, el animal puede satisfacer su apetito, antes de ingerir una cantidad suficiente de proteína, para satisfacer las necesidades derivadas de tasas máximas de síntesis proteica y crecimiento (Cho, 1987).

Actualmente, en Venezuela se están realizando inversiones de cierta magnitud, en el desarrollo de programas de investigación, con el fin de aprovechar los recursos potencialmente existentes, hasta lograr en plazo perentorio, rendimientos tendientes a cubrir la demanda apremiante de alimentos.

Por tal razón, la producción en cautiverio de especies con potencialidad de cultivo, entre ellas el Coporo, es de gran importancia; sin embargo, para obtener una producción exitosa de esta especie, es

necesario establecer una alimentación adecuada, sobre todo en los primeros estadios de vida, ya que esta representa unos de los principales problemas en la producción de peces, por lo tanto es necesario implementar, programas de alimentación contundente, de manera de aplicar una estrategia efectiva.

No existen trabajos a nivel nacional referentes a las necesidades de energía y proteína en larvas de Coporo, su determinación permitiría incrementar la densidad de siembra y mejorar las respuestas productivas, en tal sentido el objetivo de la presente investigación fue evaluar el desempeño productivo en larvas alimentadas con diferentes niveles de energía y proteína, con el propósito de obtener un alimento eficiente que garantice el éxito de producción en los primeros estadios de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevo a cabo en la Estación Local Guanapito en el Laboratorio de Nutrición Animal del INIA- Guárico, ubicada aproximadamente a 9 km de la población de Altigracia de Orituco, vía Parque Nacional Guatopo, 150 km de la ciudad de Caracas, se encuentra aproximadamente a 422 m.s.n.m. y a 09°55'33" de Latitud Norte y 66°24'10" de Longitud Oeste. El clima del área es característico de la zona de transición montañosa, con temperatura promedio de 27°C y precipitación anual de 1.100 mm. Presenta dos estaciones; una seca desde enero hasta mayo y otra lluviosa desde julio hasta diciembre. El suministro de agua de la estación proviene del Embalse de Guanapito.

Para este estudio se utilizaron 250 larvas de Coporo/50 l, obtenidas por reproducción inducida, uniforme y distribuida al azar en 6 tratamientos con 2 repeticiones, en el laboratorio de reproducción de la Estación Local Guanapito,

Las dietas experimentales fueron formuladas con niveles crecientes de proteínas (30, 35 y 40%) mediante la incorporación de aislado de soya y cisteína a diferentes niveles de energía (2.500 y 3.000 Kcal/kg), a través de la incorporación de almidón de yuca y glucosa.

Estas dietas estaban compuestas además por aceite vegetal, vitaminas, minerales y 1% de calcio, tal como se muestra en el Cuadro 1. Constituyendo los siguientes tratamientos:

Tratamiento 30/2.500: 30% de Proteína y 2.500 Kcal/kg.

Tratamiento 30/3.000: 30% de Proteína y 3.000 Kcal/kg.

Tratamiento 35/2.500: 35% de Proteína y 2.500 Kcal/kg.

Tratamiento 35/3.000: 35% de Proteína y 3.000 Kcal/kg.

Tratamiento 40/2.500: 40% de Proteína y 2.500 Kcal/kg.

Tratamiento 40/300: 40% de Proteína y 3.000 Kcal/kg.

El ensayo se inicio una vez que las larvas consumieron por completo el saco vitelino, para ello, se eliminó el exceso de agua de las larvas antes de pesarlas y sembrarlas individualmente en acuarios con dimensiones de 1 x 0,5 m, con recambio de agua diario, previstos de una fuente de luz artificial y con aireación permanente.

Se asignaron al azar 250 larvas/50 l, a cada una de los tratamientos y sus repeticiones. Posteriormente, fueron sometidas a una alimentación cada 4 horas, hasta la saciedad a fin de determinar la cantidad de alimento requerido (siendo restringido el alimento cuando se acumulaba resto en el fondo del acuario).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales utilizadas en larvas de Coporo.

Ingredientes (%)	Tratamientos					
	30/2.500	30/3.000	35/2.500	35/3.000	40/2.500	40/3.000
A. de Yuca	56	8	16	15	9	13
Glucosa	-	48	34,5	35	36	32
A de Soya	28	15	17	29	20	35
Caseína	5	18	22,5	10	25	9
Aceite vegetal	4	4	3	4	3	4
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Fosfato Dicálcico	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Lisina	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Metionina	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Carbonato	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
Vit/min ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
CMC ²	1	1	1	1	1	1
PC ³ (%)	30	30	35	35	40	40
EM, Kcal ⁴ /Kg	2.500	3.000	2.500	3.000	2.500	3.000
Ca, %	1	1	1	1	1	1
Ceniza (%)	3,97	3,72	3,65	3,93	4,01	4,41
P Total, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

¹Vitaminas y minerales (por Kg de alimento): Vitamina A, 2.000 UI; Vitamina D, 500 UI, Riboflavina, 9mg; Ácido Pantoténico, 15mg; Niacina, 14 mg; Tiamina, 1 mg; Vitamina B6, 3 mg; Vitamina C, 25 mg; Mn, 2,4 mg; Cu, 5 mg; Zn, 20 mg; Fe, 30mg; Mg, 0,04%.

²CMC: Carboximetil celulosa.

³PC: proteína cruda (N X 6,25).

⁴EM: Energía metabolizable estimada.

Seguidamente se suministro el alimento previamente pesado cada 4 horas hasta el siguiente muestreo y se procedió de igual forma hasta los 15 días de cultivo.

La temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, pH, nitrito, nitrato y amonio (kit de análisis de agua de MERCK) disuelto en el agua fueron determinados diariamente.

Los análisis de las diferentes raciones experimentales se realizaron de acuerdo a las metodologías: proteína (N x 6,25) por el método de Kjeldahl, calcio por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer, AOAC, 1990), fósforo por colorimetría (Fiske y Subbarrow, 1925), cenizas por calcinación a 525°C por 6 horas (AOAC, 1990).

Muestreo y toma de datos

Las larvas presentaron un peso inicial de 0,2mg y una longitud 0,5mm, semanalmente se registró la ganancia de peso (GP) y longitud total (LT) de las larvas de Coporo, siendo extraídas al azar el 10% de la población por cada repetición, hasta los 15 días de cultivo. Para ello, se eliminó de las larvas el exceso de agua y se pesaron individualmente.

Indicadores evaluados

Siguiendo las metodologías de Hafedh (1999); Bacconi (2002) y Vásquez (2004), se calcularon los siguientes indicadores: Ganancia de peso (GP), sobrevivencia (S), la tasa de crecimiento (TC) y consumo diario (CD).

$S (\%) = \text{Número de larvas a final} / \text{Número de larvas al inicio} * 100$.

$TC = \text{Peso final promedio} - \text{Peso inicial promedio} / \text{tiempo} * 100$ (% de ganancia en peso/día).

CD = El consumo diario se determinó sometiendo las larvas a una alimentación cada 4 horas, hasta la saciedad (siendo restringido el alimento cuando se acumulaba resto en el fondo del acuario), subsiguientemente se suministro el alimento previamente pesado cada 4 horas hasta el siguiente muestreo y se procedió de igual forma hasta los 15 días de cultivo.

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza a través de diseño completamente aleatorizado y un

arreglo factorial 2x3 (niveles de energía x niveles de proteína) a un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Cuando el ANAVAR detectó diferencias significativas entre los diferentes parámetros de los tratamientos, los promedios fueron analizados de acuerdo a la prueba de Tukey (1978), al mismo nivel de significancia utilizado en el análisis de la varianza. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa InfoStat software estadístico (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua

El promedio (\pm desviación estándar) de las concentraciones de los parámetros físico químicos de calidad de agua se mantuvieron constantes durante el desarrollo de la investigación, oxígeno disuelto ($6 \pm 0,02$ mg/l), amonio (0,0 mg/l), alcalinidad ($20 \pm 0,40$ mg/l), nitratos, (0) nitritos (0), pH ($6,5 \pm 0,02$) y temperatura ($25^\circ\text{C} \pm 0,01$), para todos los tratamientos (Cuadro 2). Siendo estos los principales factores que deben tenerse en cuenta para la piscicultura pues en ella se basa el éxito de la producción. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros considerados favorables para el desarrollo de la acuicultura y coinciden con los recomendados por Alvarado y Sánchez (2004).

Parámetros de crecimiento

La GP de las larvas, a los 15 días de cultivo, alimentados con niveles crecientes de proteína (30, 35 y 40%) y energía (2.500 y 3.000 Kcal/kg), se presentan en el Cuadro 3. El peso promedio de las larvas fue superior ($P < 0,05$), para aquellas alimentadas con la relación de energía/proteína de 2.500/40 (17,42 mg), con mayor cantidad de proteína al más bajo valor de energía, seguida por el tratamiento 35/2.500 (14,24 mg). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$), en el peso de las larvas en los tratamientos 30/2.500, 30/3.000, 35/2.500 y 35/3.000.

Los resultados muestran que las larvas de Coporo requieren exigencias altas, igual o mayor de 40% de proteína cruda en la dieta y aparentemente no requieren más de 2.500 Kcal para realizar su metabolismo inicial (Figura 1). Por otro lado, se observa una relación entre la energía/proteína lo que sugiere un máximo aprovechamiento de la proteína cuando se encuentra en una relación de 2.500/40.

Cuadro 2. Calidad de agua en el cultivo de larvas de Coporo.

Tratamiento		Análisis						
EM (Kcal/kg)	Proteína (%)	Oxígeno (mg/l)	Amonio (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)	Nitratos	Nitritos	pH	Temperatura (°C)
2500	30	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01
	35	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01
	40	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01
3000	30	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01
	35	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01
	40	6 ± 0,02	0 ± 0,0	20 ± 0,40	0 ± 0,0	0 ± 0,0	6,5 ± 0,02	25 ± 0,01

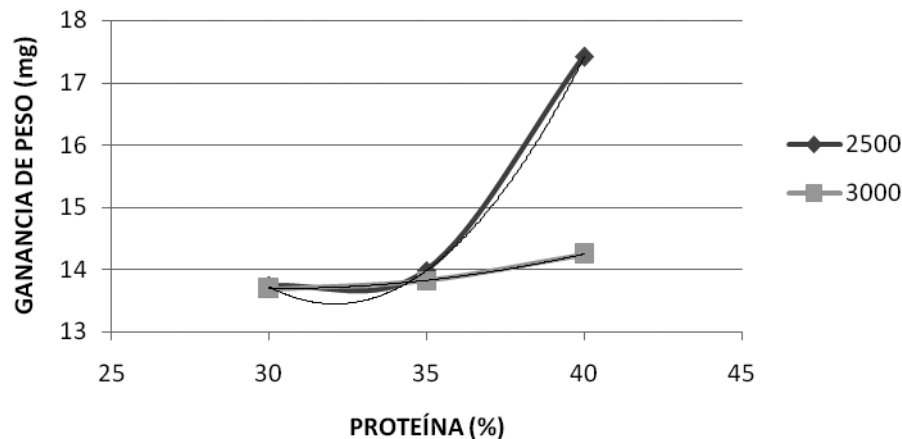


Figura 1. Ganancia de peso de larvas alimentadas con diferentes niveles de proteína cruda y energía.

Al respecto, Tacón, (1987), señala que este tipo de especies requieren menos energía digestible, que otras más avanzadas evolutivamente y que en general los peces tienen un requerimiento de energía digestible de 8 a 10 Kcal/g de proteína.

Aunque, es difícil establecer comparaciones con ensayos previos por falta de información en especies de larvas de Coporo, podemos encontrar similitudes relacionadas con las necesidades de proteína, teniendo en cuenta los hábitos alimenticios de otras especies.

Navarro *et al.* (2003), trabajando con postlarvas de Piauçu (*Leporinus macrocephalus*), a diferentes niveles de energía digestible y un nivel de proteína de 28%, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos.

Se determinó, que otros estudios con especies marinas utilizando presas vivas de rotíferos y *Artemia salina* en larvas, se lograron resultados satisfactorios, sin embargo su elevado costo, repercute en su utilización en la acuicultura (Ortega

Cuadro 3.- Parámetros de crecimiento de larvas de Coporo (*Prochilodus mariae*) a diferentes niveles de energía proteína.

Variables	Tratamientos ^{1,2}									
	30/2.500	30/3.000	35/2.500	35/3.000	40/2.500	40/3.000	Proteína	Energía	Interacción	
P (mg)	13,73±0,34bc	13,69±0,34bc	13,99±0,34bc	13,82±0,34bc	17,42±0,34a	14,24±0,34b	*	*	*	
L (cm)	2,05±0,002b	1,77±0,002c	1,58±0,002c	1,38±0,002d	2,44±0,002a	1,67±0,002cd	*	*	*	
CA (mg)	2,18±0,001a	2,17±0,001a	2,14±0,001a	2,17±0,001a	1,74±0,001b	2,11±0,001a	*	*	*	
TC	0,21±0,00b	0,21±0,00b	0,21±0,00b	0,21±0,00b	0,21±0,00b	0,26±0,00a	*	*	*	
REP	1,52±0,001b	1,53±0,001b	1,55±0,001b	1,54±0,001b	1,92±0,001a	1,58±0,001b	*	*	*	
EC	0,46±0,0001b	0,46±0,0001b	0,47±0,0001b	0,46±0,0001b	0,58±0,0001a	0,48±0,0001b	*	*	*	
S (%)	95,6±0,005	96,6±0,005	97,8±0,005	94,2±0,005	95,4±0,005	98,8±0,005	NS	NS	NS	

Peso (P), Longitud (L), Consumo de Alimento (CA), Tasa de Crecimiento (TC), Razón de Eficiencia Proteica (REP), Eficiencia de Conversión (EC) y Sobrevivencia (S).

Energía (Kcal./kg)/Proteína Cruda (%). Tratamiento 2.500/30; Tratamiento 3.000/30, Tratamiento 2.500/35, Tratamiento 3.000/35, Tratamiento 2.500/40, Tratamiento 3.000/40.

¹Valores expresados como media ± error estándar (n=25).

²Los promedios con letras diferentes entre filas difieren estadísticamente (P < 0,05).

et al., 2003). Gopal y Raj (1993) y Gopal y Raj (1990), en juveniles de especies omnívoras, difieren de los resultados obtenidos en este estudio, pues establecen que se logran mejores respuestas en larvas nutridas con alimento vivo, que con dietas formuladas. Por otra parte Muñoz *et al.*, (2007), lograron resultados satisfactorios a incluir como primera alimentación un concentrado balanceado, siendo comparables con aquellas larvas que fueron alimentadas con *nauplios de Artemia* sp.

Los resultados de longitud total fueron superiores ($P < 0,05$), en las larvas alimentadas con el tratamiento 40/2500 (2,44 cm), mostrando diferencias significativas, seguido por el tratamiento 30/2500 (2,05 cm). Los tratamientos 30/3000, 35/2500 y 40/3000 no generaron diferencias significativas ($P < 0,05$; Cuadro 3).

La TC, es afectada por el tipo de alimento proporcionado a los organismos (Jauncey, 1982), siendo un indicador bastante sensible de la calidad proteínica de la dieta. Por consiguiente la tasa de crecimiento se incrementa con los contenidos altos de proteína dietética (Austreng y Refstie, 1979).

En tal sentido, las mejores respuestas se observaron en el tratamiento V (0,26) con diferencias significativas ($P < 0,05$) cuando es comparado con el resto de los tratamientos. (Cuadro 3) Arce y Luna (2003), encontró diferencias ($P < 0,05$), en las TC de alevines *I. balsanus* cuyos resultados, estuvieron directamente influenciados por el mayor contenido proteico en la dieta. De igual forma, Sweilum *et al.*, (2005), en alevines de tilapia observaron que la TC mejora cuando se utilizó dietas con alto valor proteico y baja nivel de energía, resultado encontrado en el presente estudio.

La eficiencia de conversión (EC) fue superior ($P < 0,05$), para el tratamiento 40/2.500 de 0,58 (Cuadro 3) en comparación con los demás tratamientos. Siccard *et al.*, (2006), trabajando con camarones adultos *Litopenaeus vannamei* encontraron que los organismos que consumieron la dieta de 25% PC no generaron, la misma TC que los camarones alimentados con 35% de proteína, utilizando la proteína disponible más eficientemente para el crecimiento, y no la energía. Lee y Kim (2001), afirman que la eficiencia de utilización de proteína no es afectada por dietas con bajos niveles de energía,

mientras que con niveles más altos de energía dicha utilización es levemente mayor.

Este estudio mostró que la mejor utilización de proteína se logró a bajos niveles de energía y altos niveles de proteína.

El menor consumo diario (CD) se encontró ($P < 0,05$) en las larvas alimentadas con el tratamiento 40/2.500. Se observó que ha estos niveles de relación de energía/proteína hubo un incremento de peso y mejor eficiencia de conversión (17,42 y 0,58 Cuadro 3).

El bajo consumo de las larvas de Coporo en el tratamiento 40/2.500, indica que estos peces tienden a optimizar su digestión, utilizando los nutrientes del alimento más eficientemente de modo de incrementar la ECA, cuando son sometidos a una alimentación a la saciedad. Según Solorzano *et al.* (2006), indican que un nivel adecuado de alimentación, con respecto a la ECA puede lograrse a bajos niveles de alimentación, ya que son suficiente para un máximo crecimiento.

La Razón de Eficiencia Proteica (REP), obtenida a partir de las larvas alimentadas con los diferentes tratamientos varió de 1,52 a 1,92. Se observa que a los niveles de proteína de 30% y 35% y al suministrar una energía de 2.500 Kcal/kg y 3.000 Kcal/kg no se evidencia diferencias significativas ($P > 0,05$). Pero si se logra mejores respuestas cuando se utiliza un nivel de energía de 2.500 Kcal ($P < 0,05$) y 40% de PC, pero no al nivel de energía de 3.000 Kcal/kg y 40% de PC (Cuadro3).

La REP se utiliza para evaluar el grado de proteína en el alimento, como en el caso de los animales superiores, cambia con dicho grado. Aumenta al elevarse la proteína hasta una cantidad óptima de proteína consumida, cuando su utilización es ideal, y a partir de entonces disminuye. Estos cambios en la REP se relacionan tanto con la utilización de una parte de la proteína para mantenimiento con el nivel global de energía del alimento ingerido.

Estos cambios en la REP se relacionan tanto con la utilización de una parte de la proteína para mantenimiento como con el nivel global de energía del alimento ingerido (Hepher, 1993).

Estos cambios de la REP en función de la cantidad de proteína han sido señalados por diversos autores; Nose, (1971), para la trucha Arco Iris y Cowey

et al. (1972), para la Platija (*Pleuronectes platessa*). Cuando se analiza la relación de energía/proteína de 2.500Kcal/kg/40% y 3.000Kcal/kg/40% se observa mejores respuestas al más bajo valor de energía, debido al menor requerimiento de energía para esta especie, pero también puede deberse al aporte de energía por la proteína.

En el caso del nivel energético más bajo, parte de la proteína, el cual, pudo haber sido desviada al metabolismo catabólico en vez de emplearse para el crecimiento, de aquí la baja REP para los tratamientos donde se incorporó los más bajos valores de energía a excepción del tratamiento 40/2.500.

Sólo cuando queda satisfecho el requerimiento de energía se aprovecha la mayor parte de la proteína para el crecimiento, aunque una disminución de la eficiencia acompaña al aumento del nivel de proteína (Hepher, 1993). Esto es corroborado con los resultados obtenidos por Ogino *et al.* (1976), en el que el nivel de energía en la dieta fue menor, al igual que la REP.

Los resultados de S de las larvas de Coporo durante la fase de levantamiento no difirieron entre los grupos de peces alimentados con las dietas ($P > 0,05$), variando de 94 a 99% (Cuadro 3, Figura 2). Seguramente debido a la aceptación de alimento balanceado por las larvas de Coporo. Aunque se observó una baja potencialidad del crecimiento de las larvas en los tratamientos 30/2.500, 30/3.000, 35/2.500 y 35/3.000, no generó alta mortalidad.

CONCLUSIONES

Larvas de Coporo requieren exigencias altas, igual o mayor de 40% de proteína cruda en la dieta y aparentemente no requieren más de 2.500 Kcal para realizar su metabolismo inicial.

El mayor crecimiento en longitud (cm) en larvas de Coporo se registró en el tratamiento con una relación de energía/proteína de 62,5.

La TC fue superior cuando se utilizó dietas con alto valor proteico y baja energía (40/2.500), suministradas a saciedad.

La eficiencia de conversión de proteína para crecimiento fue mayor para la dieta con 40% de proteína y 2.500 Kcal/kg, siendo el crecimiento inferior en aquellas dietas con menor contenido proteico y mayor nivel de energía.

El Coporo puede considerarse como una alternativa para el desarrollo de la piscicultura considerando el beneficio que significa la alimentación con concentrado comercial desde su estado larval.

RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio sugieren la necesidad de más investigaciones para optimizar y precisar el nivel de proteína óptimo y su relación con otros macro-nutrientes que permitan formular un alimento nutricionalmente adecuado y económicamente viable.

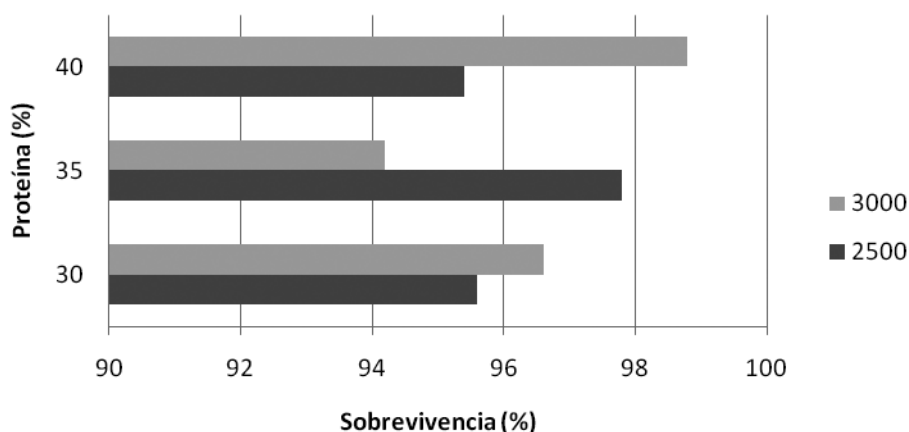


Figura 2. Sobrevivencias de larvas de Coporo sometidas a una alimentación con diferentes niveles de energía y proteína .

LITERATURA CITADA

- Alvarado H y L. Sánchez. 2004. El manejo de agua en lagunas para la cría de cachama y sus híbridos. INIA Divulga 2. Mayo-agosto. Pesca y acuicultura. Pag 15-18. Disponible en línea: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/inia_divulga/id_n2.htm.
- Arce U. y J. Luna. 2003. Efectos de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. *Revista Aquatic.*, (8): 39-47.
- (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. 15 Ed. Washington. Association of Official Analytical Chemist.
- Austreng E. and T. Refstie. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture.*, (18): 145-156.
- Bacconi D. 2002. Exigência nutricional de vitamina A para alevinos de tilápia do *Oreochromis niloticus*. Dissertação de mestrado em agronomia, área de concentração ciencia animal e pastagem, São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Cho C. 1987. La energía en la nutrición de peces. *Nutrición en Acuicultura II*. CAICYT. 197-199.
- Cowey, C. 1974. Protein and amino acids requirements of finfish. *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology.*, (1): 3-16.
- Cowey C., J. Pope, J. Adron and A. Blair. 1972. Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice (*Pleuronectes platessa*). *Brit. J. Nutr.*, (28): 447-56.
- Gopal C and R. Raj. 1990. Protein requirement of juvenile *Penaeus indicus* I. Feed consumption and growth, *Ind. Acad. Sci.*, 99 (suppl 5): 401-409.
- Gopal C and R. Raj. 1993. Nutritional studies in juvenile *Penaeus indicus* with reference to protein and vitamin requirement. *CMFRI Spec. Publ.* (56): 12-23.
- Hafedh Y. 1999. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research.*, (30): 385-393.
- Hepher, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, pp. 207-209.
- Hofer K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile Tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture.*, (27):43-54.
- InfoStat (2004). *Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Jauncey K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile Tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture.*, (27): 43-54.
- Lee S and K. Kim. 2001. Effects of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of juvenile Masu salmon (*Oncorhynchus nasou brevoort*). *Aquaculture Research.*, (32): 39-46.
- Muñoz F, J. Tobar y J. Arias. 2007. Respuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla *Rhamdia sebae* C.F. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 1 (5): 47-53.
- Navarro R, O. Ribeiro, M. De Souza e F. Rezende. 2003. Índices morfológico de Piaçu (*Leporinus macrocephalus*) alimentados com diferentes níveis de energia digestível na ração. *CIVA 2003* (<http://www.civa2003.org>), pp 859-864.
- Nose T. 1971. Determination of nutritive of food protein on fish. III. Nutritive value of casein, whitefish meal and soybean meal in rainbow trout fingerlings. *Bull. Freshwater Fish. Res.*, (21): 85-98.

- Ogino C, J. Chiou and T. Takeuchi. 1976. Protein nutrition in fish. VI. Effects of dietary energy sources on the utilization of proteins by rainbow trout and carp. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, (39): 213-18.b
- Ortega G, I. Abdo and C. Hernández. 2003. Weaning of bullseye puffer (*Sphoeroides annulatus*) from live food to microparticulate diets made with decapsulated cysts or *Artemia* and fishmeal. *Aquaculture International*, (11): 183-194.
- Patel A and A. Yakupitiyake. 2003. Mxed feeding shedules in semi-intensive pond cultura of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, L.; is it necessary to have two diets of differing protein contents. *Aquaculture research*, (34): 1343-1352.
- Siccardi A., A. Lawrence, D. Gatlin, J. Fox, F. Castille, M. Pérez y M. González. 2006. Requerimientos de energía y proteína digerible para crecimiento y mantenimiento de subadultos de *Litopenaeus vannamei*. *Avances en Nutrición Acuícola VIII*. **In:** VIII Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. 15-17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México, pp. 238-281.
- Solorzano Y., L. López, E. Durazo, D. Conal y G. Sandoval. 2006. Efectos de niveles de alimentación sobre el crecimiento y composición química de juveniles de *Totoaba macdonaldi*. *CIVA 2003* (<http://www.civa2003.org>), pp 1181-1192.
- Sweilum M., M. Abdella and S. Salah. 2005. Effect of dietary protein-energy levels and fish initial sizes on growth rate, development and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, (36): 1414-1421.
- Tacón A. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp a training manual. I. The essential nutrients. FAO. Trust fund GCP/RLA/075/ITA. Brasilia, Brasil., pp. 117.
- Tukey J. 1978. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley. Pub. Co., Massachusetts., pp. 688.
- Vásquez W. 2004. *Principios de la nutrición aplicada al cultivo de peces*. Colombia: Universidad de los Llanos.

Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba

Elizabeth Cruz*, Ramiro Ernesto Almaguel, Carmen María Mederos y Julio Ly.

Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) Carretera del Guatao km 1 ½. Punta Brava. La Lisa. Ciudad Habana. C.P 19200.

* Correo electrónico: ecruz@iip.co.cu; georcruz@infomed.sld.cu.

RESUMEN

Se evaluó la tecnología de cama profunda como alternativa para el engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba. Realizándose 2 ciclos de crianza de 106 días con 108 animales cada uno (hembras y machos castrados), de la raza Yorkshire Landrace YL (Camborough), de aproximadamente 21,0 kg de peso vivo y 75 días de edad como promedio, distribuidos en un diseño de bloques al azar en 3 tratamientos en cada ciclo: T1, piso de tierra con cama de heno de gramíneas; T2, piso de tierra con cama de bagazo de caña seco (80%) y heno de gramíneas en la superficie (20%) y T3, piso de concreto sólido, con 4 repeticiones por tratamiento. Se midieron los rasgos de comportamiento animal hasta el peso de sacrificio (100 kg). Se realizó una evaluación química y microbiológica de los materiales usados como cama al inicio y final de la experiencia. Hubo diferencias significativas en el consumo y la conversión alimentaria ($P < 0,05$), entre los cerdos alojados en cama de heno, cama de bagazo y heno, y piso de concreto: 2,53; 2,50; 2,74; 3,42; 3,38 y 3,60 respectivamente. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,01$), para el nitrógeno y fósforo en el material de las camas al final de la experiencia: 1,43 y 1,85, respectivamente. No hubo presencia de *Salmonella* sp. ni huevos de helmintos. Se ahorraron 360 m³ de agua. Se concluye, que la tecnología de cama profunda es una alternativa que satisface las demandas actuales de los productores porcinos provenientes del sector campesino en Cuba.

Palabras clave: cama profunda, helmintos, rasgos de comportamiento, *Salmonella*.

Use of deep litters for fattening pigs fed with sugar cane molasses

ABSTRACT

In order to evaluate the deep bedding technology as alternative for fattening pigs in the rural sector, in Cuba. Two rearing cycles of 106 days with 108 animals each (castrated males and females), YL (Camborough) cross, of approximately 21,0 kg live weight and 75 days average age were used. The pigs were distributed into a random block design with three treatments for each cycle: T1, deep bedding based on gramineous hay; T2, deep bedding based on dried sugar cane bagasse (80%) and gramineous hay (20%) and T3, solid concrete floor, with four repetitions by treatments. The animal performance traits (up to approximately 100 kg live weight) were studied. A chemical and microbiological evaluation of the bedding material was made. There were significant differences for the consumption and the alimentary conversion ($P < 0,05$) to the pigs housed in hay bed, bagasse and hay bed and solid concrete floor: 2,53; 2,50; 2,74; 3,42; 3,38 y 3,60 respectively. Significant differences were obtained ($P < 0,01$) for the nitrogen and the phosphorous in the bedding material at the end of the experience: 1,43 and 1,85, respectively. There was not presence of *Salmonella* sp and helminths eggs. It was saved 360 m³ of water. It was conclude that the deep bedding technology is an alternative that satisfies the current demands of the rural pig producers in Cuba.

Keywords: deep bedding, helminths, performance traits, *Salmonella*.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Cuba la producción porcina a pequeña y mediana escala confronta problemas que se derivan del sistema de crianza existente, el número de productores con dificultades para desarrollar la actividad porcina aumenta cada vez más, debido al inadecuado tratamiento de los residuales que genera este tipo de producción o la ausencia de tratamiento en la gran mayoría de los casos, lo que conlleva a su vez a la falta de licencia ambiental para la producción de cerdos o para ampliar las producciones existentes, se presenta además, carencia de agua en las fincas y la necesidad de instalaciones más económicas para enfrentar la producción porcina, estos factores indudablemente afectan la producción de carne de cerdo en el país proveniente de este sector y por consiguiente, la disponibilidad de esta fuente de proteína.

El sistema de cama profunda puede ser una alternativa viable en la producción porcina a pequeña escala que contribuya al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un menor impacto ambiental, Wastell *et al.* (2001). Este sistema de crianza se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su

propio micro ambiente a través del material de la cama, Hill (2000).

Este sistema consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de 50-60 cm de profundidad que puede estar constituida por heno, cascarilla de arroz o de café, hojas de maíz, bagazo de caña o una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados, entre otros, Cruz *et al.* (2008a). Figura 1.

Es un sistema más económico que la crianza en piso de concreto sólido, pues permite reciclar instalaciones en desuso o construir instalaciones nuevas empleando materiales localmente disponibles, Brumm *et al.* (1997); Arango *et al.* (2005) y Landblom *et al.* (2001). También genera un ahorro considerable de agua, y es además un sistema amigable con el medio ambiente por la baja emisión de residuos, la reducción considerable de malos olores y la baja presencia de moscas, Krieter (2002), además se obtiene un fertilizante orgánico de excelente calidad para su uso en agricultura, Uicab-Brito (2004).

El objetivo de este estudio fue evaluar la tecnología de cama profunda como alternativa en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino en Cuba.



Figura 1. Cerdos en el sistema de cama profunda. Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba, situado en el municipio La Lisa perteneciente a la provincia Ciudad de la Habana. En esta zona la temperatura media anual varía entre 25 y 37° C, en tanto que la precipitación media anual es del orden de 1200 a 1400 mm/a. La humedad relativa, es aproximadamente de 85-90 % y el suelo es Fersialítico Pardo Rojizo Típico.

Se realizaron dos ciclos de crianza de 106 días con una diferencia de 7 días entre ambos ciclos y con 108 animales cada uno (hembras y machos castrados) de la raza YL (Camborough) de aproximadamente 21,0 kg de peso vivo y 75 días de edad como promedio, distribuidos en un diseño de bloques al azar en 3 tratamientos con 4 repeticiones en cada ciclo: T1, piso de tierra con cama de heno de gramíneas (100%); T2, piso de tierra con cama de bagazo de caña seco (80%) y heno de gramíneas en la superficie (20%), para evitar el contacto directo de materiales ásperos con los animales y T3, piso de concreto sólido.

Los cerdos en ambos ciclos de crianza se alojaron en una nave techada de estructura metálica dividida en corrales de 13 m² cada uno, a razón de 9 animales (5 machos y 4 hembras) por corral, para un total de 36 animales por tratamiento. Las camas se ubicaron a 40 cm por debajo del nivel de la tierra y alcanzaron una

altura de 55 cm, los muros contentivos se construyeron de bloques colocados de forma tal que se garantizaron espacios libres para la entrada del aire a la cama y se ubicaron respiraderos a 30 cm del fondo de las camas para su reventilación y garantizar la salida de gases (Figura 2).

El alimento se ofreció en comederos lineales, y el agua a voluntad mediante bebederos automáticos tipo tetina que en los tratamientos con cama profunda se ubicaron al lado de los comederos con drenaje hacia fuera de la instalación para evitar derrames de agua hacia la cama y hacia el comedero.

Los animales de los 3 tratamientos en ambos ciclos de crianza consumieron NUPROVIM-75 (N75), que consiste en un núcleo proteico de vitaminas y minerales (Cuadro 1), más miel enriquecida de caña de azúcar cuya composición bromatológica fue la siguiente: Materia Seca 85,00; Cenizas 2,38; Proteína Bruta 0,22; Energía Digestible 12,75; Calcio 0,50 y Fósforo 0,02).

La alimentación de los cerdos fue a voluntad, no obstante se estimó un consumo promedio diario según las normas de alimentación propuestas en el Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina (2008) y ajustando a satisfacer los requerimientos de proteína diario de los animales.



Figura 2. Muro contentivo y respiraderos del sistema de cama profunda en el Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba.

Cuadro 1. Composición del NUPROVIM 75.

Ingredientes	Base Húmeda, %
Harina de soya	60,54
Afrecho de trigo	30,52
Cloruro de sodio	1,81
Fosfato di cálcico	5,78
Premezcla ¹	1,15
Cloruro de colina	0,20
Proteína Bruta, %	28,49

¹ Vitaminas y minerales según NRC (1998).

La escala de suministro del N75 durante el experimento se presenta en el Cuadro 2. El N75 se ofertó a los animales en forma de papilla (1 parte de N75: 1,5 partes de agua), a primera hora en la mañana (7:00 – 8:00 a.m.), en cantidad restringida para satisfacer los requerimientos de los cerdos en proteína (aminoácidos esenciales), vitaminas y minerales. Cuando los cerdos consumieron totalmente el N75 se les ofertó la fuente de energía (miel rica) a voluntad, con incrementos progresivos de este ingrediente del orden de 200 g/cerdo/día cada vez que no amaneció sobrante en los comederos.

Los suplementos se ofertaron a los cerdos en cantidades tales que como promedio en toda la etapa de prueba, consumieron 360 g de proteína bruta por día, según las recomendaciones del NRC (1998).

Diariamente se pesó el sobrante de miel rica a primera hora de la mañana para poder controlar el consumo de este ingrediente de la dieta.

Se midieron los rasgos de comportamiento animal hasta el peso de sacrificio (100 kg), mediante un modelo matemático de clasificación simple: peso inicial (kg); consumo de alimento (kg/día), ganancia diaria (g/día), conversión alimentaria (kg alimento/kg ganancia) y peso final (kg), así como los índices de salud: morbilidad (%) y mortalidad (%). Se aplicó análisis de varianza para el procesamiento estadístico de los resultados acorde Steel *et al.* (1997) y se llevó a cabo comparaciones de medias mediante el procedimiento de Duncan (1995) de comparación múltiple de medias, utilizando el paquete estadístico MINITAB (1999).

Se realizó una evaluación química según APHA (2000) y microbiológica acorde AWWA/APHA/

WEF (2000), de los materiales usados como cama al inicio y final de los dos ciclos de crianza, así como, del residual proveniente de los corrales de piso de concreto sólido y del suelo de los corrales con cama profunda.

El procedimiento de muestreo de las camas se realizó acorde a Franjo *et al.* (1998), consistió en tomar pequeñas cantidades al azar del material de las camas en diferentes locaciones del corral y a diferentes profundidades (superficie, 25 cm de profundidad y fondo de las camas). El material obtenido de los corrales con cama se mezcló uniformemente y se dividió en 4 partes (cuarteo), mediante 2 diámetros perpendiculares, de los cuales se recogieron 2 cuadrantes opuestos. Los residuos contenidos en éstos se homogenizaron y se extendieron en forma de torta, repitiéndose la misma operación hasta que la media obtenida del cuadrante fue aproximadamente de 10 kg. De una de las 4 partes se tomó una cantidad cuyo peso osciló alrededor de 2 Kg que fue la muestra a analizar. Posteriormente se separó 1 kg para el análisis físico-químico y 1 kg para el análisis microbiológico.

Los resultados microbiológicos fueron transformados a $\text{Log}_{10}(X+1)$ y para el procesamiento estadístico de los parámetros químicos y microbiológicos se aplicó análisis de varianza acorde Steel *et al.* (1997).

La temperatura ambiental y de la cama a 30 cm de profundidad se registró diariamente en los horarios de 9:00 a.m.; 1:30 p.m. y 4:00 p.m., con un termómetro digital portátil modelo Anritsu y se controló el volumen de agua de limpieza utilizado durante el experimento a través de un metro contador de agua modelo OSK M801424.

Cuadro 2. Tecnología de suministro del NUPROVIM-75 (kg/día/cerdo).

Peso vivo, kg	NUPROVIM-75
20,0 – 30,0	0,98 x ,285 = 0,279
30,5 – 40,0	1,09 x ,285 = 0,296
40,5 – 50,0	1,19 x ,285 = 0,339
50,5 – 60,0	1,27 x ,285 = 0,362
60,5 – 70,0	1,33 x ,285 = 0,379
70,5 – 80,0	1,40 x ,285 = 0,399
80,5 – 90,0	1,44 x ,285 = 0,410
90,5 – 100,0	1,47 x ,285 = 0,419
	X = 0,360

El volumen de heno de gramínea y bagazo de caña empleado en este sistema también fue cuantificado. Estos resultados se procesaron biométricamente mediante los estadígrafos de posición según Steel *et al.* (1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo de los cerdos en los tres tratamientos estudiados se muestra en el Cuadro 3. Sólo se hallaron diferencias significativas ($P < 0,05$), para el consumo y la conversión alimentaria. Los cerdos alojados en cama profunda manifestaron un menor consumo de alimento al compararlos con los cerdos alojados en piso de concreto sólido, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Honeyman y Harmon (2003), y pudieran estar relacionados con un aumento del requerimiento energético de los cerdos alojados en piso debido a un mayor movimiento por la ubicación del comedero y bebedero, a diferencia de los criados en cama profunda que tenían el bebedero junto al comedero.

Otro factor que pudiera incidir en este comportamiento es la necesidad de los cerdos estabulados en piso de concreto sólido de producir mayor calor metabólico para el mantenimiento de la temperatura corporal, mientras que los animales alojados en cama profunda recibieron el calor que le ofreció el material de la cama.

La conversión alimentaria fue mejor para los cerdos alojados en el sistema de crianza en cama profunda, lo que evidencia un mejor aprovechamiento del alimento. Guy *et al.* (2002) refirió similares

resultados al evaluar tres sistemas de alojamiento para cerdos: a campo, en cama profunda y estabulado convencional.

No se obtuvieron diferencias significativas para la ganancia diaria y el peso final al evaluar el sistema de cama profunda y piso de concreto como sistemas de alojamientos para cerdos en crecimiento/ceba.

El Cuadro 4 resume los resultados obtenidos para la mortalidad y morbilidad durante el experimento. La morbilidad estuvo asociada a procesos respiratorios, la mayor incidencia en la crianza en piso de concreto estuvo influenciada por la humedad que genera este sistema de alojamiento debido a la limpieza diaria con agua. No obstante, no se afectó la producción de los cerdos en piso de concreto y la mortalidad se encuentra dentro de los parámetros establecidos para este tipo de explotación.

La composición química y microbiológica de las camas utilizadas durante el experimento se expone en el Cuadro 5. Se encontraron diferencias significativas para la materia orgánica, con una reducción de la misma al final de los dos ciclos de crianza, lo que puede indicar una degradación de los desechos orgánicos originales a productos primarios, secundarios y terciarios hasta la mineralización, según Noriega-Altamirano y Altamirano-Pérez (2001) y Labrador-Moreno (2001). Se evidencia además, un incremento del nitrógeno total y del fósforo total, nutrientes esenciales para el uso posterior de esta cama como fertilizante orgánico, este comportamiento está asociado a la incorporación de excretas y orina a la cama durante los ciclos de

Cuadro 3. Comportamiento productivo de los cerdos en los tres tratamientos estudiados.

	Cama de heno	Cama de bagazo y heno	Piso de concreto sólido	± ES
PI ^a , kg	21,18	21,21	21,20	0,04
Consumo, kg/día	2,53b	2,50b	2,74a	0,06*
GMD ^a , g/día	739	740	754	0,60
Conversión alimentaria, kg alimento/kg ganancia	3,42b	3,38b	3,63a	0,11*
PF ^a , kg	99,51	99,60	101,12	0,31

^aPI = Peso inicial ^aGMD = Ganancia media diaria ^aPF = Peso final P<0,05.

ab Medias sin letra en común en la misma fila difieren a P <0,05 entre sí.

Cuadro 4: Morbilidad y Mortalidad por tratamiento durante el experimento.

	Total animales	Morbilidad		Mortalidad	
		Enfermos	%	Muertos	%
Cama de heno	72	12	16,6	-	-
Cama de bagazo y heno	72	8	11,1	-	-
Piso de Concreto	72	20	27,7	1	1,38

Cuadro 5. Composición química y microbiológica de las camas utilizadas (inicio y final de los dos ciclos de crianza).

Indicadores	Cama de heno			Cama de bagazo y heno		
	Inicio	Final	± ES	Inicio	Final	± ES
Materia orgánica [^] , (%)	89,69	77,47	0,45*	92,70	83,00	0,37**
Nitrógeno total, (%)	0,26	1,43	0,02*	0,89	1,85	0,03**
Fósforo total, (%)	0,082	0,25	0,01*	0,353	0,68	0,02**
pH	5,65	7,78	-	5,57	7,54	-
Aerobios mesófilos viables, (ufc/ml)	2,0 x 10 ³	2,6 x 10 ³	0,56	2,2 x 10 ²	9,8 x 10 ³	0,12
Coliformes Fecales, NMP/100 ml	1,0 x 10 ²	9,7 x 10 ²	0,16	6,3 x 10 ²	8,1 x 10 ²	0,33
Salmonella/Shigella, (ufc/ml)	ausencia	ausencia	-	ausencia	ausencia	-
Hongos y Levaduras, (ufc/ml)	1,2 x 10 ²	2,3 x 10 ²	0,18	0,2 x 10 ²	3,5 x 10 ²	0,22
Parasitología, huevos/l	0	0	-	0	0	-

[^]Valores referidos a la materia seca de la muestra original *P< 0,05 ** P<0,01.

crianza, y a la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas como demostró Capistrán (1999).

No hubo presencia de *Salmonella* sp., ni de *Shigella* sp. y no se encontraron huevos de helmintos, por lo que no se afectó la calidad sanitaria de las camas al final de dos ciclos de crianza, sin embargo estos son aspectos imprescindibles a controlar al final de cada ciclo para valorar el retiro a tiempo de la cama, en caso de deterioro y evitar problemas sanitarios posteriores. Se evidenció, la presencia de microorganismos aerobios mesófilos viables a pesar de las temperaturas que se alcanzaron a 30 cm de profundidad, debido al procedimiento de muestreo utilizado para la evaluación microbiológica de las camas, que incluye muestras de diferentes estratos de las mismas.

La temperatura ambiental durante la experiencia fue de $35,3 \pm 2$ °C y se registró $52,0 \pm 1$ °C a 30 cm de profundidad en la cama de heno de gramíneas y $56,0 \pm 1$ °C en la cama de bagazo y heno a similar profundidad, lo que pudiera indicar que este material posibilita mayor actividad fermentativa o tiene mayores propiedades aislantes que el heno.

Durante el experimento se utilizaron 360 m³ de agua para la limpieza diaria de los cerdos y corrales de piso de concreto sólido, esto representa un ahorro de 23,58 litros/animal/día en dos ciclos de crianza de 106 días cada uno. Es difícil hacer consideraciones económicas generales en cuanto a este aspecto, ya que las condiciones concretas de cada país son muy variables y a veces extremas, el análisis debe tener en cuenta las condiciones concretas de Cuba en sus diferentes regiones.

En nuestro caso las provincias orientales presentan serios problemas de carencia de agua que afectan considerablemente la crianza porcina según el sistema tradicional. Además, el efecto económico del ahorro de agua de limpieza se subestima debido al precio mínimo que está establecido en nuestro país para el consumo (agropecuaria, 5 pesos en moneda nacional por millar de m³). No obstante, es de señalar que se produce un ahorro de 360 m³ de agua en 2 ciclos de cría, cifra de relevante importancia a nivel mundial, teniendo en cuenta los costos internacionales de este preciado líquido. Por otra parte, este volumen de ahorro de agua permite incrementar la cobertura de

uso de este líquido, para otros fines de importancia económica y ambiental.

Se utilizaron 3.780 kg de heno de gramínea para el montaje y mantenimiento de la cama de heno, lo cual equivale a 7 kg de heno/cerdo/semana y 3.690 kg de bagazo de caña seco y 1.580 kg de heno de gramínea para el montaje y mantenimiento de la cama de bagazo y heno, lo cual equivale a 7,8 kg de bagazo/cerdo/semana y 3,4 kg de heno/cerdo/semana, con un costo de 8 pesos en moneda nacional por paca de heno. Teniendo en cuenta estos valores es importante que el productor conozca las características de la tecnología y el comportamiento productivo de los cerdos en sus condiciones climáticas propias, para valorar si realmente está en condiciones de implementar y manejar este sistema de crianza, así como la disponibilidad de material de cama, el destino posterior del mismo (compostaje o abono directo) y la inversión para manejar estos importantes volúmenes de desechos.

La valoración económica del impacto ambiental que genera esta tecnología por disminución de los riesgos de contaminación ambiental, ahorro de agua y obtención de un fertilizante orgánico, es difícil de estimar a corto plazo.

La caracterización química y microbiológica del residual porcino proveniente de los corrales con piso de concreto sólido (Cuadro 6), indica la contaminación que se incorpora al medio ambiente por concepto de residuales líquidos de origen porcino, con valores en D.Q.O de 49383.33 mg/l, en D.B.O de 24166.67 mg/l y niveles de coliformes fecales, *Salmonella* sp y huevos de helmintos superiores a las directrices internacionales establecidas para el uso de aguas residuales en agricultura OMS (1990). Con la tecnología de cama profunda debido al manejo sólido de las excretas, se elimina la emisión de residuales líquidos al ambiente y tiene lugar un compostaje “*in situ*”, que reduce los riesgos de contaminación, los malos olores y las moscas según Hill (2000) y se genera a su vez un fertilizante orgánico de excelente calidad acorde Uicab-Brito (2004), que puede ser usado en los cultivos de la propia finca del campesino, ACPA (2007) y Cruz *et al.* (2008b).

Los resultados obtenidos en la evaluación química y microbiológica del suelo de los corrales con cama profunda (Cuadro 6), después de dos ciclos de crianza de 106 días cada uno a 20 cm de profundidad.

Los valores mostrados indican que después de dos ciclos de crianza no se produjo contaminación del suelo donde se implementaron las camas profundas, no obstante, es necesario mantener una evaluación sistemática de estos aspectos para garantizar una protección adecuada del suelo.

Los resultados químicos y microbiológicos obtenidos en el análisis de las camas utilizadas, el residual porcino proveniente de los corrales con piso de concreto sólido y el suelo de los corrales con cama profunda no incidieron en los rasgos de comportamiento de los cerdos, durante la etapa de crianza.

CONCLUSIONES

La tecnología de cama profunda es una alternativa que satisface las demandas actuales de los productores porcinos provenientes del sector campesino en Cuba, con resultados productivos en los rasgos de comportamiento de los cerdos similares a los obtenidos con el sistema de estabulado clásico y además con un menor impacto ambiental que el sistema de crianza tradicional.

LITERATURA CITADA

- ACPA. 2007. Camas Profundas. Crianza Porcina a pequeña y mediana escala. Revista ACPA. Producción e Industria Animal. 4: 37-40. ISSN 0138-6247.
- APHA. 2000. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Waste-Water, 20th edition. American Public Health Association, Washington D.C. p. 1134.
- Arango, F. E., V. L. Hurtado-Nery y E. Álvarez. 2005. Alimentación, nutrición y producción en monogástricos. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18(4): 346.
- AWWA/APHA/WEF. 2000. Standard methods for the examination of water and waste water. 20th edition. American Public Health Association, Washington D.C. p.1134.
- Brumm, M., J. Harmon, M. Honeyman and J. Kliebensterin. 1997. Hoop Structures for Grow Finishing Swine. Midwest Plan Service.

Cuadro 6. Caracterización química y microbiológica del residual porcino proveniente de los corrales con piso de concreto sólido y del suelo de los corrales con cama profunda.

Indicadores	Residual porcino líquido del piso (muestreado durante los dos ciclos)	Suelo de los corrales con cama (muestreado al final de los dos ciclos)
Materia seca, (%)	-	84,30
Nitrógeno total, (mg/l)	1282,40	0,97
Fósforo total, (mg/l)	1134,53	0,193
◇D.Q.O, (mg/l)	49383,33	-
□D.B.O, (mg/l)	24166,67	-
pH	6,14	7,92
Aerobios mesófilos viables, (ufc/ml)	2,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ³
Coliformes Fecales, NMP/100 ml	3,9 x 10 ⁴	0
Salmonella/Shigella, (ufc/ml)	1,9 x 10 ⁴	0
Hongos y Levaduras, (ufc/ml)	2,0 x 10 ⁵	0
Parasitología, huevos/l	3	0

◇Demanda Química de Oxígeno.

□Demanda Bioquímica de Oxígeno.

- Nebraska State University Dimeglio, S. Engorde de Cerdos sobre piso de Cama Profunda. BIOFARMA S.A. Córdoba. pp. 16-21.
- Capistrán, F., E. Aranda y J. C. Romero. 1999. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de Ecología, A.C. Jalape, Veracruz, México. p. 150.
- Cruz, E., R. E. Almaguel, C. M. Mederos, C. González y J. Ly. 2008a. Cama profunda en la producción porcina cubana. Primeros resultados. Revista ACPA. Producción e Industria Animal. Revista 3: 47-48. 2008. ISSN 0138-6247.
- Cruz, E., R. E. Almaguel, C. M. Mederos, C. González y J. Ly. 2008b. Evaluación del sistema de cama profunda en la producción porcina cubana a pequeña escala. Versión electrónica disponible en: <http://www.iip.co.cu/Eventos/Eventos.htm>. **In:** III Seminario Internacional. Porcicultura Tropical 2008. Memorias. CD-ROM. Instituto de Investigaciones Porcinas. ISBN-978-959-282-075-3, pp. 863-867.
- Duncan D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Franjo, C., J. Palacios, J. Rodríguez, A. Carrasco, E. Fustes, J. Martínez, H. Menéndez, O. Fernández y H. Cabezas. 1998. CITMA: Metodología de muestreo. Proyecto: Estudio para la actualización de los Residuos Sólidos de la Ciudad de La Habana, pp 22-45
- Guy, J., A. Rowlinson, P. Chadwick and B. Ellis. 2002. Growth performance and carcass characteristics of two genotypes of growing-finishing pig in three different housing systems. *Animal Science* Vol(74):3 (Abstract).
- Hill, J. 2000. Deep bed swine finishing. 5o Seminario Internacional de Suinocultura. Expo Center Norte, Sao Paulo, Brasil. P. 83-88.
- Honeyman, M. and J. Harmon. 2003. Performance of finishing pigs in hoop structures and confinement during winter and summer. *Journal of Animal Science* 81:1663-1670.
- Krieter, J. 2002. Evaluation of different pig production systems including economic, welfare and environmental-aspects. *Archiv fur Tierzucht* 45(3): 223-235.56.
- Labrador-Moreno, J. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. MUNDIPRENSA. Madrid, España. p. 174.
- Landblom, D., W. Poland, B. Nelson and E. Janzen. 2001. An economic analysis of swine rearing systems for North Dakota. Dickinson Research Extension Center Annual Report 2001. Consulta electrónica en: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/2000/tocweb.htm>.
- Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. 2008. 3^{era} Ed. La Habana, Cuba. pp. 55-58. ISBN 978-959-7198-00-0.
- MINITAB. 1999. Minitab Release 12.23. Minitab Inc. Company. Versión electrónica en disco compacto.
- Noriega-Altamirano, G. y Altamirano-Pérez, A.L. 2001. Producción de abonos orgánicos y lombricultura. Memorias del curso del 9 al 12 de Junio. Tantakin, Centro de Desarrollo Tecnológico. Maní, Yucatán, México. 1-16, 1-4, 11-8 p
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council National Academy Press (10th edition). Washington DC. p 189.
- OMS. 1990. Organización Mundial de la Salud. Guidelines on studies in environmental health. Ginebra. Criterios de Salud Ambiental, pp 27.
- Steel, R.G.W., Torrie, J.H. and Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical Approach. MacGraw-Hill Book Company Incompany (third edition). New York, p 666.
- Uicab-Brito, L. A. 2004. Producción de composta a partir de la cama utilizada en la engorda de cerdos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Postgrado e Investigación, Mérida, Yucatán, México. p 77.
- Wastell, M.E., P. Lubischer and A. Penner. 2001. Deep Bedding - An Alternative System for Raising Pork. *American Society of Agricultural Engineers*. 17(4):521-526.

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|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