



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

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 32 VOL. 32 No. 2 2014

ZOOTECNIA TROPICAL

Zootecnia Trop.

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

TABLA DE CONTENIDO Vol. 32 N° 2

Artículos Científicos

- Brito D., Brito R., Pereira G. y Guevara M.
Efecto de la densidad poblacional y edad en la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* alimentado con microalga (*Chlorella vulgaris*)..... 101
- Castañeda Serrano R. D., Ferriani Branco A., Teixeira S. y Osmari M.
Evaluación de la inclusión de glicerina cruda en dietas para ganado de carne: digestibilidad aparente de los nutrientes y síntesis de proteína microbiana 109
- Abad D., Rincón D. y Poleo G.
Índices de rendimiento corporal en morocoto *Piaractus brachyomus* cultivado en sistemas Biofloc..... 119
- García F. N., Martínez González J. C., Zárate Fortuna P. (†), Juárez Félix J., Ibarra Hinojosa M. A., Limas Martínez A. G. y González Reyna A.
Efecto de la Suplementación parenteral de minerales en algunos parámetros productivos y reproductivos en ovejas de pelo 131
- Galíndez R. y Pulido F.
Efectos genéticos y no genéticos sobre el intervalo entre partos de cerdas Duroc, Hampshire y sus cruces recíprocos 139

Revisión Bibliográfica

- Ruffinengo S. R., Maggi M. D., Marcangeli J. A., Eguaras M. J., Principal J., Barrios C., De Piano F. y Giullia M.
Manejo Integrado de Plagas para el control de *Varroa destructor* y sus implicaciones para las colonias de *Apis mellifera* 149

Nota Técnica

- Albornoz Gotera A. J. y Segovia López E. M.
Hábitos de compra-consumo de la carne fresca de cerdo en Maracaibo, estado Zulia-Venezuela..... 169
- Borges J. A., Barrios M., Sandoval E., Sánchez D., Dávila L. y Márquez O.
Abordaje funcional del subsistema alimentación en fincas doble propósito del valle de Aroa, estado Yaracuy, Venezuela 179
- Instrucciones al autor 185

TABLE OF CONTENTS Vol. 32 N° 2

Scientific Articles

Brito D., Brito R., Pereira G. and Guevara M.
Effect of population density and age on survival of *Dendrocephalus spartaenovae* fed microalgae (*Chlorella vulgaris*)..... 101

Castañeda Serrano R. D., Ferriani Branco A., Teixeira S. and Osmari M.
Evaluation of crude glycerine inclusion in beef cattle diet: apparent nutrient digestibility and microbial protein synthesis 109

Abad D., Rincón D. and Poleo G.
Carcass yield index in red belly pacu *Piaractus brachypomus* cultivated in a Biofloc system 119

García F. N., Martínez González J. C., Zárate Fortuna P. (†), Juárez Félix J., Ibarra Hinojosa M. A., Limas Martínez A. G. and González Reyna A.
Effect of Mineral supplementation on productive and reproductive performance in hairsheep ewes 131

Galíndez R. and Pulido F.
Genetics and non-genetics effects on farrowing interval of Duroc, Hampshire sows and their reciprocal crosses..... 139

Revisión Bibliográfica

Ruffinengo S. R., Maggi M. D., Marcangeli J. A., Eguaras M. J., Principal J., Barrios C., De Piano F. and Giullia M.
Integrated Pest Management to control *Varroa destructor* and its implications to *Apis mellifera* colonies 149

Technical note

Albornoz Gotera A. J. and Segovia López E. M.
Purchase - consumption habits of fresh pork meat in Maracaibo, Zulia State- Venezuela 169

Borges J. A., Barrios M., Sandoval E., Sánchez D., Dávila L. and Márquez O.
Functional approach of feeding subsystem in dual purpose farms in the Aroa valley, Yaracuy State, Venezuela 179

Instructions to the author 185

Efecto de la densidad poblacional y edad en la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* alimentado con microalga (*Chlorella vulgaris*)

Effect of population density and age on survival of *Dendrocephalus spartaenovae* fed microalgae (*Chlorella vulgaris*)

Diagnora Brito¹, Renato Brito², Guido Pereira³ y Miguel Guevara⁴

¹Universidad de Oriente (UDO). Escuela de Zootecnia. Departamento de Biología y Sanidad Animal. Núcleo Monagas. Maturín Apto postal 6201. Correo electrónico: diagnorajb@yahoo.es

²Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR).

³Universidad Central de Venezuela (UCV). Facultad de Ciencias. Instituto de Zoología.

⁴Universidad de Oriente (UDO). Instituto Oceanográfico de Venezuela. Núcleo Sucre.

RESUMEN

Se realizaron bioensayos en el laboratorio para evaluar la utilización del recurso natural, *Dendrocephalus spartaenovae*, como fuente alternativa de alimento vivo en acuicultura. El objetivo de esta investigación fue determinar la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* de 1-6 y de 6-32 días de edad en diferentes condiciones de cultivo y alimentado a una concentración de 5×10^5 células de *Chlorella vulgaris*/ml. Se evaluó la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae* de 1-6 días de vida considerando la edad y densidad poblacional. La supervivencia de los organismos de 6-32 días de vida, se midió en relación a la edad, densidad poblacional y condición sexual. La supervivencia de larvas de *D. spartaenovae* disminuyó con la edad, alcanzando una supervivencia de 63,13% a los 6 días de vida. La menor mortalidad de larvas registrada fue para las densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100 ml con porcentajes de 84,58 y 88,5%, respectivamente. En los anostráceos de 6-32 días de vida la supervivencia disminuyó con la edad del individuo y se encontró la menor de 18,81% a los 32 días. En cuanto a la densidad poblacional el valor más alto de supervivencia en adultos fue de 64,37% obtenido a la densidad de 4 individuos/l. Las hembras mostraron mayor supervivencia que los machos con promedios de 63,13% y 52,36%, respectivamente.

Palabras clave: Anostraca, microalgas, alimento vivo, bioensayo, acuicultura.

ABSTRACT

Bioassays were conducted in the laboratory to assess the use of the natural resource, *Dendrocephalus spartaenovae*, as alternative source of live food in aquaculture. The purpose of this research was to determine the survival of *Dendrocephalus spartaenovae* from 1 to 6 and from 6 to 32 days of age in different conditions of culturing and fed to a concentration of 5×10^5 cells *Chlorella vulgaris*/ml. The survival of larva was evaluated of *D. spartaenovae* from 1 to 6 days of life considering the age and population density. The survival of the organisms from 6 to 32 days of life, it measured up in relation to the age, population density and sexual condition. The survival of larva of *D. spartaenovae* diminished with the age, reaching a survival of 63.13% to 6 days of life. The minor mortality of larva registered was for the population densities from 10 to 20 individuals/100 ml with percentages of 84.58% and 88.5%, respectively. In the anostráceos from 6 to 32 days of life; the survival diminished according to the age of individuals, the lowest rate of survival was found at 32 days with 18.81%. Concerning to the population density, the higher values of survival in adults was 64.37% obtained in densities of 4 individuals/l. Females showed higher survival rates than the males with averages of 63.13% and 52.36%, respectively.

Key words: Anostraca, microalgae, live food, bioassay, aquaculture.

Recibido: 14/03/14 Aprobado: 01/12/14

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de la acuicultura, es principalmente la demanda de alimento vivo (en forma de quistes, nauplios, larvas, juveniles) o inerte (biomasa congelada) para la larvicultura de camarones y peces (Camara, 2000). Tacon (2002) sostiene que el éxito en explotaciones piscícolas y camaroneras, depende de la disposición de un alimento nutritivo en concentraciones adecuadas y en armonía a las condiciones del medio, especialmente en las primeras etapas de desarrollo.

En acuicultura, el anostráceo más utilizados, es la *Artemia*, donde se obtienen los nauplios como suplemento proteico o como alimento vivo (Amat, 1985; Castro *et al.*, 1995). De hecho, los nauplios son nutricionalmente adecuados, fáciles de obtener como presa móvil de talla apropiada, incubados a partir de quistes en estado latente obtenidos comercialmente. El 90% de los quistes de consumo a nivel mundial, provienen del Gran Lago Salado, en Utah, Estados Unidos de América (Castro *et al.*, 2000), pero desafortunadamente la producción en ese sitio ha mermado por los cambios climáticos. Además, los precios altos de los quistes de *Artemia*, en combinación con la variabilidad existentes en las diferentes cepas han provocado un creciente interés en estudios prácticos de los anostráceos dulce acuícolas, debido a su importancia como alimento vivo y a su potencial en la industria del acuicultivo (Centeno *et al.*, 1995; Dumont y Munuswamy, 1997; López, 1998). Brito *et al.*, 2010 señalan a *Dendrocephalus spartaenovae* Margalef, 1961, como una especie de anostráceo promisoría en Venezuela con un alto potencial para ser utilizado como alimento vivo y con fines industriales, pudiendo ser un producto alternativo a los quistes de *Artemia*.

El uso de especies nativas del zooplancton en la alimentación de larvas, hasta ahora ha sido limitado por la ausencia de tecnologías de manejo, que permitan obtener masivamente poblaciones capaces de suplir en calidad y cantidad los requerimientos básicos de las diferentes especies de peces objeto de cultivo (Sipaúba-Tavares, 1993; Prieto, 2000; Kerguelen, 2001). El estudio y cultivo de *Dendrocephalus spartaenovae* representa una valiosa alternativa por ser una presa viva con un enorme potencial

acuícola. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la supervivencia de *D. spartaenovae* en relación a la densidad y la edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Captura y recolección de los animales en el campo

Se utilizaron quistes deshidratados de *D. spartaenovae*, obtenidos de hembras ovadas colectada de charcas temporales en la localidad de Tenería (10°08' 34" N y 69° 33' 05" W) en Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. Para la recolección de hembras se utilizó una red de mano de 0,5 mm de luz de malla; las cuales fueron transportadas hasta el laboratorio dentro de una cava isotérmica con aireación continua mediante un compresor portátil. Una vez en el laboratorio, se colocaron en acuarios con agua del ambiente de origen, y se les proporcionó aireación continua y alimento a base de algas hasta la liberación de los quistes. Estos se mantuvieron allí por una semana, luego se cosecharon los quistes mediante el pase por diferentes tamices (con diámetros de poros de 627, 390, 315 y 117 μm) que se lavaron con agua de grifo; después se agruparon en un filtro de fibra de vidrio (47 μm) y se llevaron a la estufa con temperatura de 28,0°C por una semana. Una vez transcurrido este tiempo, se colocaron en viales al vacío y se conservaron en un desecador hasta su utilización en los experimentos.

Eclosión de huevos de *D. spartaenovae*

El material inicial fueron los quistes de *D. spartaenovae*, desecados y almacenados al vacío; éstos se hidrataron por 1 hora con agua destilada en cápsulas de Petri antes de su incubación. Para la incubación, se colocaron los quistes hidratados en un recipiente con agua dulce aireada, los cuales se mantuvieron a temperatura ambiente de 25,0 \pm 2°C, aireación continua e iluminación de aproximadamente 4000 lux para acelerar el proceso de eclosión (Murugan y Dumont 1995). Después de la eclosión, se colectaron los nauplios durante la fase de máxima eclosión (24 – 28 h de incubación), para usar nauplios de la misma edad (1 o 6 días de nacidos) en los experimentos.

Cultivo de microalgas

Para la alimentación de los anostráceos se estableció un monocultivo de microalgas de *Chlorella vulgaris*, siguiendo las técnicas utilizadas para algas de agua dulce (Stein, 1973). Se empleó como medio de crecimiento el denominado Woods Hole MBL de pH 7,2 desarrollado por Guillard en 1972. Para montar el cultivo se emplearon recipientes de vidrio, al inicio con tubos de ensayos, luego en matraz de Erlenmeyer de 250 ml, hasta cultivarlos finalmente en envases de 1 y de 4 l inoculados con 1×10^5 células/ml de *C. vulgaris*. Estos recipientes fueron colocados sobre repisas de un estante metálico, en cuyo borde superior se colocó una fuente de luz constituida por una lámpara fluorescente de 4 tubos. La repisa estuvo cubierta con papel de aluminio, así como los bordes superiores y laterales del nivel. Además, se le suministró al cultivo aireación continua con un compresor de aire (TL6-04-93), manteniendo así las algas en suspensión. El cultivo se cosechó en su fase de crecimiento exponencial (entre 4 a 7 días), luego se centrifugaron y almacenaron las microalgas en botellas de vidrio en el refrigerador, para su posterior utilización, dentro de un período máximo de 2 semanas.

Supervivencia

Experimento 1:

Supervivencia de las larvas de *D. spartaenovae* a partir de 1 hasta 6 días de edad. Para este experimento se usaron nauplios de 24 horas de nacidos. Estos fueron colocados en 3 densidades (10, 20 y 40 nauplios/100 ml), en recipientes de vidrio con capacidad de 200 ml y un volumen funcional de 100 ml de agua dulce aireada, mantenidos en baño de María a temperatura controlada a 28,0 °C, con aireación ± 3 burbujas/segundo e iluminación constante. La concentración utilizada de microalgas fue 5×10^5 células/ml, valor para el cual se obtuvieron las máximas tasas de ingestión (ensayo previo).

El experimento se realizó por cuadruplicado, con una disposición aleatoria de los recipientes y las larvas sobrevivientes se contaron diariamente hasta los 6 días de edad. El recambio total del medio de crecimiento se hizo diariamente. Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de

varianza de dos vías para detectar el efecto de la edad y la densidad animal sobre la supervivencia de los juveniles de *D. spartaenovae*. En caso de existir diferencias en el análisis de varianza de los factores simples, se les aplicó una prueba de Duncan con un $\sigma = 0,05$, para determinar diferencias entre los promedios.

Experimento 2:

Supervivencia a partir de juveniles de *D. spartaenovae* de 6 hasta 32 días de edad. Este experimento se inició empleando juveniles de *D. spartaenovae* de 6 días de edad mantenidos en beakers de vidrio con capacidad de 1 l y volumen funcional de 1 l de agua de grifo aireada. Los individuos juveniles fueron seleccionados aleatoriamente, así como la disposición de los envases de experimentación. Los envases se mantuvieron con aireación continua, temperatura ambiente y luz constante. El medio fue renovado diariamente y se mantuvo una concentración constante de algas de 5×10^5 células/ml. En cuanto a la densidad poblacional, se utilizaron 4, 10 y 30 animales/l. El volumen del medio de cultivo fue ajustado solamente por mortalidad y la proporción sexual utilizada fue 1:1.

La supervivencia se midió diariamente a través de la cuantificación del número de animales vivos. Se utilizó un análisis de varianza para detectar el efecto de las variables edad, densidad animal y sexo en relación a la variable de respuesta supervivencia; después se aplicó una prueba de Duncan con un $\sigma = 0,05$, para determinar diferencias entre los promedios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Efecto de la edad sobre la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae*

La supervivencia de las larvas disminuyó paulatinamente con la edad de los animales; los mayores índices de supervivencia de 100 y 92,50% se ubicaron en las edades de 1-2 días y los menores valores de 71,04 y 63,13% fueron para los organismos más viejos de 5-6 días (Cuadro 1). La supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae* fue afectado significativamente ($P < 0,0001$) por la edad de los organismo.

Cuadro 1. Supervivencia de larvas de *Dendrocephalus spartaenovae* a los 6 días con respecto a la edad del organismo en un monocultivo de microalgas (500.000 cel/ml).

Edad	N	Supervivencia %	De
Días			
1	12	100,00 A	±0,00
2	12	92,50 AB	±11,38
3	12	86,88 BC	±11,49
4	12	79,79 CD	±14,44
5	12	71,04 DE	±16,08
6	12	63,13 E	±18,65

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Duncan con un $\alpha=0,05$. N= número de observaciones.

DE= Desviación estándar.

La disminución de la supervivencia de las larvas en función de la edad, probablemente sea producto de la mortalidad natural de *D. spartaenovae* durante esta etapa de desarrollo (1-6 días de vida), asociado a las continuas mudas con metamorfosis en los apéndices cefálicos de las larvas, que quizás se producen cambios en el aparato filtrador de alimento, como ocurre en la especie *Artemia salina* entre los 3-6 días de desarrollo (Mason, 1963). Otras posibles causas de esas mortalidades son: el poco desarrollo de sus órganos sensoriales y locomotrices, y la capacidad genética y fisiológica de adaptación de la especie a las condiciones ambientales. Este resultado concuerda con los hallados por Brito *et al.* (2011) en bioensayos de *D. spartaenovae*, alimentada con un cultivo mixto de microalgas, donde señalan la disminución de la supervivencia con el tiempo, al obtener a los 6 días de cultivo una supervivencia de 78,33%. Al respecto, Zarattini y Mura (2004) hacen la misma acotación para el anostráceo *Chirocephalus ruffoi*, donde encontraron tasas de supervivencia de aproximadamente 58, 47 y 38%, con diferentes dietas, en los 8 primeros días de vida de las larvas.

Por su parte, Godínez *et al.* (2003) encontraron una disminución gradual en la supervivencia de larvas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en la medida que los organismos se desarrollan a estadios larvales más avanzados. Mechaly *et al.*, 2004 reportaron tasas de sobrevivencia en *Artemia persimilis* de 100, 96,25 y 53,75%

y en *A. franciscana* de 85,7, 85 y 42,5% a los 7 días de edad con concentraciones algales de $0,5 \times 10^6$ cel/ml, 1×10^6 cel/ml y 2×10^6 cel/ml respectivamente.

Efecto de la densidad poblacional sobre la supervivencia de larvas de *D. spartaenovae*

En el Cuadro 2, se observa los mayores porcentajes de supervivencia de 84,58 y 88,75%, en las densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100ml, respectivamente; se notan diferencias significativas de ambas con respecto a la densidad de 40 individuos/100ml con un promedio de 73,33% a un σ de 0,05. El análisis de varianza determinó un efecto significativo ($P<0,0001$) de la densidad poblacional en la variable supervivencia. El efecto negativo de la densidad poblacional en la supervivencia de las larvas de *D. spartaenovae* hasta los 6 días de edad, sugiere utilizar densidades poblacionales de 10 y 20 individuos/100ml en condiciones similares de cultivo.

Es de esperar que al aumentar el número de organismo por unidad de volumen, disminuya la disponibilidad de alimento, el espacio, la calidad de agua y exista mayor competencia en la obtención de alimento, lo cual conlleva al incremento de la mortalidad en los anostráceos. Por su parte, Abreu-Grobois *et al.* (1991) para *Artemia franciscana* bajo un régimen de cultivo estático, encontraron una supervivencia de 87% ± 2 en densidades de 16 individuos/ml. Rodríguez-

Cuadro 2. Supervivencia de larvas de *Dendrocephalus spartaenovae* a los 6 días con respecto a la densidad poblacional en un monocultivo de microalgas (500.000 cel/ml).

Densidad (Ind/l)	N	Supervivencia %	De
100	24	84,58 A	±14,14
200	24	88,75 A	±15,27
400	24	73,33 B	±20,95

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Duncan con un $\alpha= 0,05$. N= número de observaciones.

DE= Desviación estándar.

Almaraz *et al.* (2006), en un estudio de poblaciones naturales de *Artemia* reportaron densidades poblacionales entre 6 y 55 especímenes por litro. Brito *et al.* (2011) obtuvieron para juveniles de *D. spartaenovae* de 6 días de edad una supervivencia de 94,79% a una densidad de 20 individuos/100ml; esta alta supervivencia se debió quizás al aporte combinado de dos microalgas *Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris* en la dieta.

Experimento 2

Efecto de la edad en la supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae*

La edad mostró un efecto significativo ($P<0,0001$) en la supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae* según el análisis de varianza aplicado. En la Figura 1, se observa una disminución en la supervivencia con la edad de los anostráceos. Los porcentajes más altos se ubicaron entre las edades de 7 a 13 días con promedios entre 100 y 92,36%; el promedio más bajo fue obtenido a los 32 días de vida con un valor de 18,81%. En este ensayo, el factor edad repercute directamente en la supervivencia de la especie. Esta respuesta es esperada, ya que el envejecimiento, aumenta las posibilidades de muerte, debido a la disminución de las actividades fisiológicas, a la condición genética, a la adaptación a las condiciones ambientales, a enfermedades, entre otros. Al respecto, Brito *et al.* (2011) encontraron para la misma especie, alimentada con *Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris*, una tasa de supervivencia a los 32 días de 46,53%. López (1998), encontró valores entre 88 y 20% de supervivencia en la especie *Thamnocephalus venezuelensis* a los

27 días de desarrollo. De igual forma, García (1997) reportó valores de supervivencia de 76,7 a 63,3% para la especie *Dendrocephalus geayi* en edades de 8 y 16 días de vida, respectivamente.

Efecto de la densidad poblacional en la supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae*

La mortalidad de anostráceos fue aumentando con el incremento de individuos por litro; los menores porcentajes promedios de supervivencia de 54,89 y 53,98% fueron obtenidos en las mayores densidades poblacionales de 10 y 30 individuos por litro respectivamente. Para la densidad de 4 individuos por litro se obtuvo un porcentaje promedio de supervivencia superior de 64,37% (Cuadro 3). La densidad poblacional presentó un efecto significativo ($P<0,0001$) sobre la supervivencia de los anostráceos. Este aumento en el número de organismos muertos, quizás sea el producto de los cambios conductuales estresantes de los organismos ante la disminución del espacio físico, la disminución de la cantidad de alimento, el deterioro de la calidad del alimento y el aumento de metabolitos en el medio.

Brito *et al.* (2011) reportaron la mejor tasa de supervivencia de *D. spartaenovae*, 83,33% a densidades de 10 individuos/l. En poblaciones naturales de *Dendrocephalus geayi*, se han reportado densidades poblacionales de 0,4 a 6 individuos/l (García, 1997). La abundancia poblacional expresada en individuos/l en dos especies de anostráceos del estado Lara, las cuales comparten el mismo hábitat fue de 0,006 a 0,097 y de 2 a 4 individuos/l, para las

especies *Thamnocephalus venezuelensis* y *D. spartaenovae*, respectivamente, (López, 1998).

Efecto del sexo en la supervivencia de juveniles de *D. spartaenovae*

Las hembras mostraron mayor supervivencia a las condiciones ambientales expuestas con $63,13\% \pm 33,52$ en comparación con los machos con promedio de $52,36\% \pm 40,60$. La variable sexo tuvo un efecto significativo ($P < 0,0001$), en la supervivencia de los anostráceos (Cuadro 4). Los resultados muestran mayor susceptibilidad de los machos de *D. spartaenovae* a las condiciones ambientales expuestas en contraste con las hembras. Esto quizás refleje una condición genética de los machos a una mayor

predisposición a la muerte y nos da información para ser considerada en condiciones de cultivo, tal como aumentar la proporción de machos para evitar la caída en la producción de quistes.

Esto por supuesto es una hipótesis que debe ser corroborada bajo condiciones experimentales, dada la carencia de información sobre el comportamiento reproductivo de esta especie. Brito *et al.* (2011) determinaron porcentajes de supervivencias de 87,5 y 72,94%, en hembras y machos de *D. spartaenovae*, respectivamente. López (1998), encontró en condiciones naturales proporciones de machos: hembras de *Dendrocephalus spartaenovae* de 1:3 y 1:2.

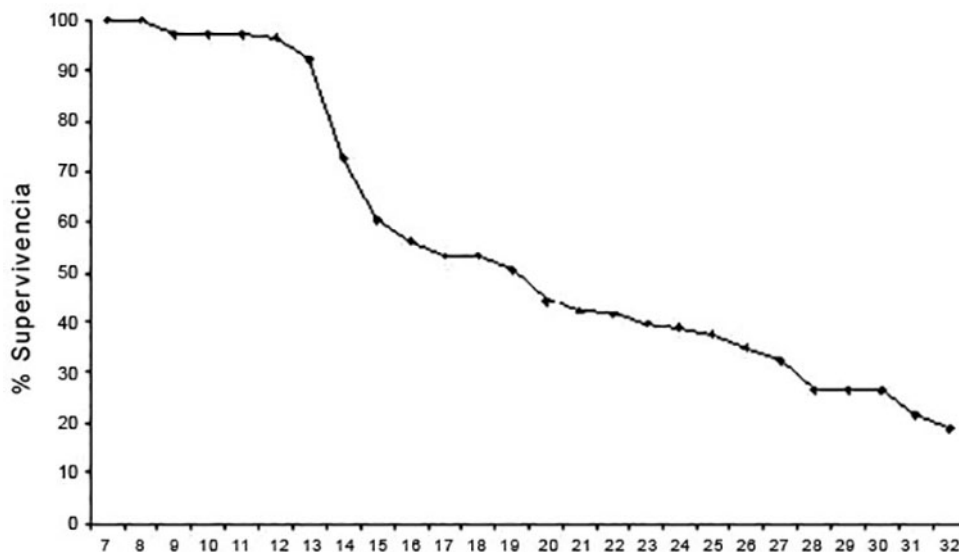


Figura 1. Efecto de la edad en la supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* alimentado con *Chlorella vulgaris* a una concentración de 500.000 cel/ml.

Cuadro 3. Supervivencia de juveniles de *Dendrocephalus spartaenovae* a los 32 días con respecto a la densidad poblacional en un monocultivo de *Chlorella vulgaris* a una concentración de 500.000 cel/ml.

Densidad (Animales/l)	N	Supervivencia % Promedios	Desviación Típica
4	216	64,37 A	$\pm 39,50$
10	216	54,89 B	$\pm 37,95$
30	216	53,98 B	$\pm 34,39$

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Duncan con un $\alpha = 0,05$. N= número de observaciones.

Cuadro 4. Supervivencia de juveniles de *Dendrocephalus spartaenovae* a los 32 días con respecto al sexo en un monocultivo de *Chlorella vulgaris* a una concentración de 500.000 cel/ml.

Sexo	N	Supervivencia % Promedios	Desviación Típica
Hembras	324	63,13 A	±33,52
Machos	324	52,36 B	±40,60

Medias con iguales letras no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Duncan con un $\alpha = 0,05$.

N= número de observaciones.

CONCLUSIONES

La supervivencia de larvas y juveniles de *Dendrocephalus spartaenovae* alimentadas con la microalga *Chlorella vulgaris* disminuyó con la edad y con el incremento de la densidad poblacional. En condiciones similares de cultivo, se recomiendan densidades poblacionales de 100 a 200 individuos/l en larvas y de 4 individuos/l en juveniles. Los machos presentaron mayor mortalidad que las hembras. Se sugiere la utilización de una proporción sexual hembra: macho de 1:2 o 1:3, para una producción adecuada de quistes.

LITERATURA CITADA

- Abreu-Grobois, F., R. Briceño-Dueñas., M. Herrera and M. Malagón. 1991. A model for growth of *Artemia franciscana* cultures based food ration-dependent gross efficiencies. *Hydrobiologia*. 212: 27-37.
- Amat, F. 1985. Utilización de *Artemia* en acuicultura. Informe Técnico del Instituto de Investigación Pesquera. España. 56 p.
- Brito, D., R. Brito y G. Pereira. 2010. Evaluación de las tasas de filtración e ingestión de *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) con *Pseudokirchneriella subcapitata* y *Chlorella vulgaris* en condiciones de laboratorio. *Interciencia*, 35(2):126-130.
- Brito, D., R. Brito y G. Pereira. 2011. Supervivencia de *Dendrocephalus spartaenovae* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) alimentado con un cultivo mixto de microalgas. *Zootecnia Trop.*, 29(1): 61-68.
- Camara, M. 2000. *Artemia* no Brasil: do extrativismo ao cultivo. *Revista Panorama da Aqüicultura*, 10 (62): 15-19.
- Castro, M., S. Malpica, G. Rodríguez, B. Castro y R. de Lara. 1995. Análisis morfométrico de la *Artemia* sp. en la salina "Las Coloradas", Oaxaca, México. *Oceanología*, 2(6):116-128.
- Castro, B., M. Castro, V. Marín, G. Young, D. Jenoure, M. Castro, S. Malpica y A. de Lara. 2000. Calidad de quistes de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906) de la Laguna Pequeña de Yallahs. Jamaica. *Ciencias Marinas*, 26(2): 201-214.
- Centeno, M., G. Persoone and M. Goyvaerts. 1995. Cyst – based toxicity test. IX. The potencial of *Thamnocephalus platyurus* as a test species in comparison with *Streptocephalus proboscideus* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca). *Environmental Toxicology and Water Quality*, 10: 275 – 282.
- Dumont, H. and N. Munuswamy. 1997. The potencial of freshwater Anostraca for technical applications. *Hydrobiologia*, 358: 193-197.
- García J. 1997. Aspectos del cultivo y producción de biomasa en la especie *Dendrocephalus geayi* (Anostraca, Thamnocephalidae). Tesis de MSc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela. 129 p.
- Godínez, S., A. Hernández, J. Orozco y S. Godínez. 2003. Valorización entre la tasa de ingestión y supervivencia de larvas de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) nutridas con diferentes

- concentraciones de *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen). Zootecnia Tropical, 21(2): 133-147.
- Kerguelen, E. 2001. Influencia en la primera alimentación en el desempeño de la larvicultura del Bocachico (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1879), Montería. Trabajo de Grado (Acuicultura) Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento Acuicultura, Montería, Colombia. 65 p
- López, B. 1998. Algunos aspectos de las poblaciones de *Thamnocephalus venezuelensis* (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) en condiciones naturales y de cultivo en condiciones del laboratorio. Tesis de MSc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela. 118 p.
- Mason D. 1963. The growth response of *Artemia salina* (L.) to various feeding regimes. Crustaceana, 5:138-150.
- Mechaly, A., P. Cervellini y G. Bambill. 2004. Experiencias preliminares con *Artemia persimilis* (Crustacea, Anostraca) como potencial alimento vivo en acuicultura. Revista AquaTIC, 21: 1-7.
- Murugan, G. and H. Dumont. 1995. Influence of light, DMSO and glycerol, on the hatchability of *Thamnocephalus platyurus* Packard cysts. Hydrobiologia, 298: 175 – 181.
- Prieto, M. 2000. Aspectos productivos para el cultivo de *Moinodaphnia* sp. (Crustacea: Cladocera) cepa Ciénaga Lórica, en condiciones de laboratorio. Universidad de Magdalena, Instituto de Postgrado Santa Marta, Magdalena, Colombia.
- Rodríguez-Almaraz G., C. Zavala, R. Mendoza and A. Maeda-Martínez. 2006. Ecological and biological notes on the brine shrimp *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Carmen Island, Baja California Sur, México. Hydrobiologia, 560: 417-423.
- Sipaúba-Tavares, L. 1993. Análise da seletividade alimentar en larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (hibrido, pacu-*Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*) sobre os organismos aquáticos. Acta Limnológica Brasileira, 6: 114-132.
- Stein, J. 1973. Growth media-freshwater. In: Stein J. (Ed.). Handbook of Psychological Methods, Cambridge University press, New York. pp. 3-23.
- Tacon, A. 2002. Global review of feeds and feed management practices in shrimp aquaculture. Report prepared under the world bank, NACA, WWF and FAO Consortium program on shrimp farming and the environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium, 68 p.
- Zarattini, P. and G. Mura. 2004. The effects of food type on length-weight growth, sexual differentiation, and survival in *Chirocephalus ruffoi* (Anostraca) cultured under standard conditions. Journal of Crustacean Biology, 24: 225-231.

Evaluation of crude glycerine inclusion in beef cattle diet: apparent nutrient digestibility and microbial protein synthesis

Evaluación de la inclusión de glicerina cruda en dietas para ganado de carne: digestibilidad aparente de los nutrientes y síntesis de proteína microbiana

Roman D.Castañeda Serrano¹, Antonio Ferriani Branco², Silvana Teixeira² y Milene Osmari²

¹Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. Grupo de investigación en sistemas agroforestales pecuarios. Correo electrónico: rcastaneda@ut.edu.co

²Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Grupo de pesquisa em nutrição de ruminantes. Brasil.

ABSTRACT

Crude glycerine (CG) is an abundant biodiesel by-product and an alternative material for livestock diets. The objective of this study was to evaluate the effects of glycerol supplementation on the digestibility and microbial protein synthesis in Nelore steers. Five ruminally cannulated Nelore breed steers (522±43 kg) were used in a replicated 5×5 Latin Square design to evaluate 0 (control), 3, 6, 9 and 12% of CG in total dry matter of diets during five experimental periods of 21 days. The dry matter intake (DMI), ruminal apparent digestibility (RAD), intestinal apparent digestibility (IAD), total apparent digestibility coefficient (TAD) of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and non-fiber carbohydrates (NFC) were not affected ($P > 0,05$) by CG inclusion. Fecal flow of ether extract (EE) decreased linearly ($P < 0,05$) as the level of CG in the diet increased. However, the CDI and CDT of EE increased linearly ($P < 0,05$) as the level of CG in the diet increased. The inclusion of different levels of CG in the diet showed no significant ($P > 0,05$) effect on microbial protein synthesis. It is concluded that CG may be used in the diet of beef cattle up to 12% and can be considered a good alternative energy.

Key words: biodiesel, co-products, glycerol, ruminants.

RESUMEN

La glicerina cruda (GC) es un subproducto del procesamiento del biodiesel que se produce abundantemente y puede ser utilizado como un ingrediente alternativo en la nutrición animal. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con glicerina cruda sobre la digestibilidad de los nutrientes y síntesis de proteína microbiana en dietas para novillos Nelore. Cinco novillos raza Nelore canulados (522±43 kg) fueron utilizados en un diseño experimental cuadrado latino 5x5 para evaluar los tratamientos: 0 (control), 3, 6, 9 y 12% of GC en base a la materia seca total de la dieta, durante cinco periodos experimentales de 21 días. La ingestión de material seco (IMS), digestibilidad ruminal aparente (DRA), digestibilidad aparente intestinal(DAI), digestibilidad aparente total (DAT) de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda(PC), fibra en detergente neutro(FDN) y carbohidratos no fibrosos (CNF) no fueron afectados ($P > 0,05$) por la inclusión de GC en las dietas. El flujo fecal del extracto etéreo (EE) disminuyó linealmente ($P < 0,05$) a medida que el nivel de GC en la dieta aumentó. Sin embargo, la DAI y DAT del EE aumento linealmente ($P < 0,05$) a medida que aumentó el nivel de GC en la dieta. La inclusión de diferentes niveles de GC en las dietas no afectó ($P > 0,05$) la síntesis de proteína microbiana. Se concluye que la GC puede ser utilizada en las dietas para ganado de carne hasta en un 12% y puede ser considerada como un buen ingrediente energético en las raciones.

Palabras clave: biodiesel, subproductos, glicerol, rumiantes.

Recibido: 21/04/14 Aprobado: 01/12/14

INTRODUCTION

Crude glycerine CG is an impure form of glycerine and a major and abundant biodiesel by-product that is being explored for alternative uses such as in livestock diets given its nutritional value. Expansion of biodiesel industry in recent years has led to a glycerine's saturated market, thus efforts directed to use its high energy content in animal feed, is an environmentally friendly strategy.

Feedlot cattle or beef feedlot in Brazil has been experiencing major changes in the last years, particularly in the size of enterprises, management and feeding industry. This industry is characterized by the use of diets high in corn. However, corn and other forages are intended for ethanol production and the tendency is a continue increase of corn price and limited use of corn in cattle feeding sector, mainly in the United States. To face those limitations in beef feedlot economy, CG has emerged as a valuable opportunity to reduce feeding costs given its ability to substitute conventional energy foods such as corn grain (Mach *et al.*, 2009). Since the cost of gain for feedlot cattle is considered high, there is great interest in the use of alternative foods that may eventually replace part of grains used in the commercial diets without significant detriment in the physiological, metabolic processes and animal performance (Lage *et al.*, 2010).

Initial studies demonstrated that the inclusion of CG in ruminant's feed was safe and led to the complete fermentation of glycerol to propionate (Johns, 1953), and those findings are consistent with recent work (Wilbert *et al.*, 2013). These observations are interesting in the nutrition and beef cattle feeding industry and have been proven by studies on the kinetics using C¹⁴ - labeled glycerol (Bergner *et al.*, 1995).

According to Trabue *et al.* (2007), CG supply in diets tends to reduce the quantity of available carbon and hydrogen ions for methane production in the rumen, a process that occurs by the reduction of acetate, with the benefits of an improvement in energy use by the animal. Furthermore, glycerol present in CG may increase water retention by the rations, particularly in low humidity environments and increase the palatability of commercial feed because of

their sweet fragrance and flavor (Elam *et al.*, 2008). However, evaluation and testing those advantages "in vivo" experiments are needed to construct a solid scientific basis for its correct use and potential impact in animal nutrition and beef cattle industry. This study was conducted to evaluate the effects of CG addition in beef cattle diets on the apparent nutrient digestibility and microbial protein synthesis.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was performed in the Iguatemi Experimental Farm and the Food and Animal Nutrition Analysis Laboratory, in the Universidad Estadual de Maringá, Brazil. Five Nelore steers with 565±45 kg body-weight and a rumen cannula were housed in individual pens. The diets were formulated to allow 1.10 to 1.20 kg d⁻¹ daily weight gains. A 5 x 5 latin square design was used with five treatments, five periods and five steers per treatment. The experimental periods were of 21 d each with the first 15 d intended for adaptation to the experimental diets (Table 1) and the following 6 d for sample collection (foods offered, rejections, feces, rumen liquid, omasal digesta and urine). Food intake was adjusted to obtain 5-10 % of rejections from the total food offered. Daily food intake was calculated as the difference between food supplied and food rejected, based on the dry matter DM. The ratio between fodder and commercial feed was 40:60. The chemical composition of food raw materials used in the experimental diets are shown in Tables 1 and 2.

The GC inclusion in feedlot diets consisted of 0, 3, 6, 9 and 12% based on the total diet's dry matter. The diets were provided *ad libitum* a complete mixture twice a day (at 08:00 h and at 16:00 h), and the CG was completely mixed with the other ingredients during feed preparation.

In order to determine total and partial digestibility of dry matter (DM), total dry matter intake (DMI), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and non-fiber carbohydrates (NFC), six samples of omasal chyme (~500 ml) were collected daily, throughout the reticulo-omasal orifice by suction, based on the technique described by Leão *et al.* (2005), six samples of feces (~200 g) were collected directly from the rectum. Omasal chyme and feces were collected from day 14, for

Table 1. Chemical composition of food raw materials used in the experimental diets (%)

Nutrient	DM	CP	EE	MM	NDF	ADF
Sorghum silage	25.5	6.9	2.1	5.1	66.0	38.4
Corn	88.7	8.5	5.0	1.3	12.0	3.3
Soybean meal	88.2	53.7	2.7	6.0	9.5	8.9
Wheat flour	87.9	18.9	2.9	3.8	29.6	10.3
Crude glycerine ¹	89.1	0.3	-	6.4	-	-

¹Content: 73.5% glycerol, 6.0% free fatty acids, 1.52% methanol and 0.05% ethanol (Biopar Industry, Rolândia – Paraná, Brazil). Abbreviations: DM= dry matter; CP= crude protein; EE= extract ether; MM= mineral matter; NDF= neutral detergent fiber; ADF= acid detergent fiber.

6 consecutive days and at 0, 2, 4, 6, 8 and 10 h after the feeding time 8:00 h daily.

To measure the omasal flow and fecal production, 10 g d⁻¹ titanium dioxide (TiO₂) was administered directly in the rumen, from day 7 of each period. Collected omasal chyme and feces samples were placed in marked plastic bags and frozen at -20 °C. The samples were thawed, pre-dried for 72 h in an air circulation stove at 55 °C and ground in Willey type mills (1 mm mesh). The samples were mixed based on the percentage of dry weight to obtain samples made up of omasal digest and feces per animal/ treatment/period.

Samples of foods used in experimental diets, rejections, omasal chyme and feces were analyzed to determine DM, OM, PC, EE and ashes (AOAC, 1990), NDF and ADF (Van Soest *et al.*, 1991). The values of non-fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients TDN were calculated with the Sinffen *et al.* (1992) equations. Samples of omasal chyme and feces were analyzed for titanium concentration (Myers *et al.*, 2004).

Four urine samples per steer were collected during spontaneous urination at 3-4 h after feeding at 08:00 h of each experimental period (days 17 -20). The urine samples were homogenized and filtered through cloth filters, and aliquots of 10 mL were immediately diluted in 40 mL of H₂SO₄ 0.036 N (Chen *et al.*, 1995). The pH in the samples was adjusted to values lower than 3 to avoid the bacterial degradation of purine derivatives and the precipitation of uric acid; later, they were stored at

-20 °C for analysis of allantoin and uric acid. One subsample of urine without acid was taken on the same day to determine the concentration of creatinine in the urine through the method of final point, using picrate and an acidifying agent following the manufacturer's recommendations (GoldAnalisa®). Daily volume of urine were calculated based on the creatinine concentration in urine samples and the average levels of creatinine excreted (27.4 mg kg⁻¹) by castrated Nelore reported previously (Barbosa *et al.*, 2006). Those values of urine volume were used to calculate daily excretion of allantoin and uric acid by each animal.

Allantoin in urine was performed by a colorimetry method based on the original technique reported by Fujihara *et al.* (1987), with minor modifications reported later (Chen & Gomes, 1992). The concentration of uric acid was estimated by using a commercial kit (Labtest®). The total excretion of purine derivatives was the result of urinary excretion of allantoin and uric acid.

Absorbed microbial purines (X, mmol d⁻¹) were calculated from the excretion of purine derivatives (Y, mmol d⁻¹), according to the following equation: $Y=0.85X + 0.385 PV^{0.75}$, where 0,85 is the recovery of purines absorbed as purine derivatives and 0,385 PV^{0.75} is the endogenous contribution for purine excretion (Verbic *et al.*, 1990).

The intestinal flow of microbial nitrogenous compounds (N_{mic}, g N d⁻¹) was calculated from the absorbed microbial purines (P_{abs}, mmol d⁻¹) according to the following formula:

$N_{mic} = (70 * P_{abs}) / (0.83 * 0.116 * 1000)$, where 70 corresponds to the N content in purines (mg N⁻¹mmol) and 0,83 is the digestibility of microbial purines; 0,116 is the N purine: N total rate of microorganisms in the rumen (Chen & Gomes, 1992).

The data were analyzed by an ANOVA test using the GLM procedure and when there was a significant effect ($P \leq 0.05$) for the treatment, a polynomial regression analysis was performed using the SAS software (SAS, 2004). The experimental design had the statistical model:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijk}$$

Where: Y_{ijk} = responses to treatment k , animal i , in period j ; μ = treatments mean; A_i = effect of the animal i , (1...5); P_j = effect of the period j , (1...5); T_k = effect of the treatment k , (1...5); e_{ijk} = residual error.

RESULTS AND DISCUSSION

Intake of DM, OM, NDF, CP and NFC, expressed as kg/day were similar among treatments ($P > 0.05$). DMI ranged from 9.53 to 10.11 kg/day and occurred in treatments with 9 and 3% GC inclusion, respectively (Table 2).

Similar results were observed by Mach *et al.* (2009), who evaluated four levels of CG inclusion with 85.7% glycerol, on the performance of Holstein bulls fed with high-concentrate diets and found DMI values of 8.18, 8.19, 8.53 and 8.19 kg/day for 0, 4, 8 and 12% CG levels, respectively. The same authors reported that the existing methanol in CG can have potentially negative effect on the DMI, but the presence of 0.09% of this compound did not affect the intake of animals; and concluded that CG may be included as an alternative energy source to replace grain up to the level of 12%. In the present study, 1.5% methanol in CG did not result in significant changes on DMI. Indeed, Lage *et al.* (2010), reported that ruminants do not have health risks associated with methanol in CG inclusion in the diet because methanol is naturally produced in the rumen as result of pectin fermentation.

Inclusion of 16% vs. 0% CG in feedlot steers was reported to decrease DMI in 8.84 and 7.80 kg/day, respectively (Parsons *et al.*, 2009). However,

the authors did not report the percentage of glycerol or methanol in CG. In the other hand, Gunn *et al.* (2010) observed that sheep treated with CG (87.5% glycerol), increased DMI in a linear manner and DMI rose from 1.01 to 1.41 kg/day when animals were treated with 0 and 20% CG respectively.

The inclusion of CG in the diet of Nelore steers had no effect ($P > 0.05$) on the CRD, TCD of CID and the DM, OM, CP, NDF and NSC. In this regard, Donkin *et al.* (2009) found that the TCD of the DM and OM increased with the inclusion of CG (0-15%), however, the TCD of the NDF was not affected in our study. Several studies have shown that inclusion of CG in the diet may decrease fiber digestibility. Schröder & Südekum, (1999) worked with dairy cows receiving diets with forage and 40 to 60% of commercial feed and reported that when 10% of CG are included in diets with high starch, there is a tendency of reducing the digestibility of cell wall, but it does not interfere with TCD of DM and OM.

In vitro experiments had demonstrated that 0.5 to 5.0% pure glycerol inhibit cellulose degradation by cellulolytic bacteria and fungi, respectively (Roger *et al.*, 1992). Although fungi do not play a vital role in ruminal fermentation of high commercial feed diets, the suppression of lytic activity by glycerol may alter the performance of animals or reduce the intake of dry matter and the TCD of the NDF in animals fed fiber rich diets (Schneider, 2010). According to those observations Lage *et al.* (2010) reported that TCD of the NDF had quadratic effect with the inclusion of CG in sheep diets, getting values of 57, 38, 40, 43 and 43% for TCD when CG were 0, 3, 6, 9 and 12%, respectively.

In this study, the inclusion of CG in diets for Nelore steers decreases the flow of fecal EE ($P < 0.05$), results that reflect increased CID and TCD ($P < 0.05$) with higher inclusion of CG (Table 3). Lage *et al.* (2010) fed sheep with similar levels of CG, and noted that the TCD of the EE decreased linearly from 83 to 73% in animals treated with 0 and 12% CG, respectively. The percentage of glycerol in CG was 32.6%, and the authors claimed that the digestibility of EE was influenced by excess of fatty acids present in CG (46.5%). In the present

Table 2. Chemical and feed raw material composition of experimental diets based on DM.

Nutriment	Experimental diets composition (%)				
	0	3	6	9	12
Sorghum silage	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Corn	30.2	26.4	23.2	19.7	16.2
Soybean meal	8.0	8.8	9.0	9.5	10.0
Wheat flour	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Crude glycerin	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0
Calcium carbonate	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sodium chloride	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral premix ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Chemical composition (%)				
CP	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
EE	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2
NDF	36.7	36.4	36.1	35.8	35.5
NFC ²	43.1	43.2	43.6	43.9	44.2
TDN ²	71.0	71.0	71.0	71.0	71.0
NEm ³	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
NEg ⁴	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06

¹Mineral premix: 0.023 % calcium iodate, 0.127 % zinc oxide, 0.0089 % sodium selenite, 0.03 % cobalt sulfate, 1.2 % copper sulfate, 2.07 % manganese sulfate. PC= crude protein; EE= ether extract; NDF= neutral detergent fiber, NFC and TDN= non-structural carbohydrates and total nutrients digestible calculated by Sniffen *et al.*, (1992); ³NEm= net energy for maintenance, and ⁴NEg= net energy for gain, calculated by NRC (2000).

study, the percentage of fatty acids in CG was only 6%, it could be assumed that the increase in CID and TCD can be due to decreased lipolysis in the rumen. Krueger *et al.* (2010) observed 48 and 77% reduction in lipolysis when 2 and 20% of glycerol, respectively is included in *in vitro* experiments. This fact may causes a greater flow of EE to the gut, thus improving the digestibility.

Our results also indicated that the inclusion of CG in the diet had no effect ($P > 0.05$) on the urinary volume allantoin, ureic acid, total purine, purines absorbed, microbial nitrogen and efficiency of microbial protein synthesis (Table 4).

According to Gurtler *et al.* (1987), the urinary volume of one adult bovine ranges from 5 to 10 L/day, in agreement with the values observed for urine production in all treatments. The average urine volume observed in this experiment (6.72 L/day) was superior to the volume reported by Barbosa *et al.* (2006), for castrated Nelore males (4,67 L/day) and lower those observed by Chizzotti *et al.* (2006), in heifers with 453 kg (17.47 L/day) mean body-weight.

The mean urinary excretion of allantoin and ureic acid obtained in this study (149 mmol/day) were higher than those obtained by Wang *et al.* (2009), who evaluated different levels of (100, 200 and 300 g/day) glycerol in the diet of

Table 3. Digestibility parameters of diets with different CG inclusion levels. Abbreviations: Intake (INT), omasal flow (OF), fecal flow (FF), coefficient of apparent ruminal digestibility (CRD), coefficient of apparent intestinal digestibility (CID) and total apparent digestibility coefficient (TCD), DM, OM, CP, NDF, EE and NSC, depending on the levels of CG in the diet of beef cattle.

Variable	Levels of CG in the diet (%)					SE	P<	
	0	3	6	9	12			
DM	INT g/day	9643	10112	9926	9532	9858	208.8	0.35
	OF - g/day	5719	5760	5473	5489	5056	316.3	0.56
	FF - g/day	4014	4118	3806	3837	3853	152.5	0.56
	CRD - %	40.7	43.0	44.9	42.4	48.7	2.8	0.48
	CID - %	29.8	28.5	30.5	30.1	23.7	4.6	0.63
	TCD - %	58.4	59.2	61.5	59.8	61.0	1.5	0.58
OM	INT g/day	9139	9564	9370	8982	9273	196.6	0.34
	OF - g/day	5012	5031	4758	4753	4374	282.5	0.52
	FF - g/day	3531	3598	3326	3361	3339	138.8	0.54
	CRD - %	45.2	47.4	49.2	47.1	52.8	2.6	0.47
	CID - %	29.5	28.5	30.1	29.3	23.7	4.6	0.73
	TCD - %	61.4	62.3	64.3	62.7	64.1	1.4	0.58
CP	INT g/day	1303	1397	1358	1307	1340	27.8	0.16
	FO - g/day	1002	1030	1052	1026	984	61.3	0.96
	FF - g/day	483	520	480	477	513	16.2	0.24
	CRD - %	23.3	26.5	22.5	21.5	26.6	4.0	0.52
	CID - %	51.8	49.5	54.4	53.5	47.9	3.0	0.69
	TCD - %	62.9	62.9	64.8	63.5	61.7	1.2	0.51
NDF	INT g/dia	3426	3521	3437	3266	3419	93.6	0.46
	OF - g/dia	2944	3011	2784	2817	2647	174.6	0.62
	FF - g/dia	2403	2449	2310	2374	2378	95.2	0.88
	CRD - %	14.1	14.4	19.0	14.0	22.6	4.6	0.15
	CID - %	18.4	18.8	17.0	15.7	10.3	6.3	0.79
	TCD - %	29.9	30.3	32.8	27.4	30.7	2.9	0.75
EE	INT g/day	298	316	313	300	314	9.0	0.49
	OF - g/day	279	282	295	274	257	20.3	0.77
	FF - g/day	75	65	55	49	46	4.6	0.01
	CRD - %	6.3	10.7	5.8	8.7	18.1	5.6	0.55
	CID - %	73.1	76.9	81.3	82.0	82.2	1.6	0.01
	TCD - %	74.8	79.4	82.4	83.6	85.4	1.3	0.01
NSC	INT g/dia	4273	4518	4463	4322	4435	78.7	0.22
	OF - g/dia	787	706	627	635	486	107.3	0.21
	FF - g/dia	570	564	482	461	401	52.3	0.18
	CRD - %	81.6	84.3	85.9	85.3	89.0	2.4	0.33
	CID - %	27.5	20.0	23.0	27.2	17.4	4.3	0.68
	TCD - %	86.8	87.4	89.1	89.4	90.8	1.2	0.18
TDN ¹	62.8	63.9	66.1	64.6	66.1	1.4	0.41	

¹ Calculated according Sniffen *et al.* (1992). SE = standard error of average. P = P value.

Table 4. Efficiency of microbial protein synthesis in cattle fed increasing levels of CG.

Variable	Levels of CG in the diet (%)					SE	P<
	0	3	6	9	12		
UV	6.07	5.96	7.10	8.30	6.16	0.56	0.15
ALL	144.06	151.95	155.36	156.31	138.58	6.89	0.39
UAc	9.36	9.50	11.27	11.87	9.79	0.96	0.29
PD	153.42	161.45	166.63	168.18	149.38	7.40	0.35
Pabs	131.68	140.61	146.90	147.35	126.38	8.67	0.38
Nmic	95.73	102.22	106.79	107.12	91.87	6.30	0.38
Efic.	125.53	136.31	140.62	136.82	116.59	8.47	0.30

UV – urine volume (L/day); ALL – Allantoin (mmol/day); UAc – Uric acid (mmol/day); PD – purine derivatives (mmol/day); Pabs – Purines absorbed (mmol/day); Nmic – microbial nitrogen (g/day); Efic. – Efficiency of microbial protein synthesis (g CP microbial/kg de TDN consumed).

Simental steers and observed 58, 64 and 60 mmol/day of allantoin excretion, respectively, and 7.38, 7.44 and 7.32 mmol/day of ureic acid in diets of steers, respectively.

The percentage of uric acid in the purine derivatives (PD) ranges from 15 to 20% and it was very constant in the same animal, but variable between animals (Chen & Gomes, 1992). However, in this experiment the percentage of uric acid ranged from 3.9 to 5.3%, and it was lower than those observed by Castañeda *et al.* (2009), whom reported 6.4 to 10.4% in Holstein steers and the mean value of 8.25% in total purine in uric acid in heifers with 523 Kg mean body-weight reported by Chizzotti *et al.* (2006).

The average value for efficiency in microbial protein synthesis from protein microbial was 131.17 g/kg of TDN intake and this value was similar to that reported by Magalhães *et al.* (2005) whom reported 133.55 CP mic/g/kg of TDN intake in steers fed diets with increasing levels of urea. However, Nascimento *et al.* (2010) obtained values between 85 and 103 g PBmic/kg TDN intake in crossbred steers fed different energy sources. Those values are lower those observed in this study and indicate that. Finally, the values observed in Nelore steers in this study were close to those (130.0 g CP mic/kg TDN) proposed by NRC (2001) and higher to those reported by Valadares Filho *et al.* (2006)

for cattle (120.0 g CP mic/kg of TDN) in tropical conditions. Thus, it can be inferred that the estimated values for microbial synthesis are between normal ranges and support the theory that CG inclusion does not adversely alter the population of microorganisms in the rumen micro-environment.

CONCLUSIONS

The inclusion of 12% crude glycerin in the diet of beef cattle, do not influence the ingestion of dry matter, partial and total digestibility of nutrients and microbial protein synthesis. The intestinal and total digestibility of lipids improved with the inclusion of dietary CG. It is concluded that crude glycerin with low ethanol levels could be a good alternative energy feedstuff, and may be added up to 12% of total DM to achieve a partial replacement of ground corn grain in the diet of beef cattle.

LITERATURA REVIEW

A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists 1990. Official Methods of the Association of the Agricultural Chemists. Washington. 15ta Ed.

Barbosa, A. M., R. F. D. Valadares, S. C. Valadares Filho, R. M. L. Vêras, M. I. Leão,

- E. Detmann, M. F. Paulino, M. I. Marcondes e M. A. Souza. 2006. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas sobre a excreção de creatinina, de ureia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3):870-877.
- Bergner, H., C. Kijora, Z. Ceresnakovae and J. Szakacs. 1995. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. *ArchivfürTierernaehrung*, 48(3):245.
- Castañeda, R. D., A. F. Branco, S. M. Coneglian, J. C. Barreto, F. Granzotto e S. Teixeira. 2009. Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos. *ActaScientiarum: Animal Sciences*, 31(3):271-277.
- Chen, X. B., A. T. Mejia, D. J. Kyle and E. R. Ørskov. 1995. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 125(01):137-143.
- Chen, X. B. and M. J. Gomes. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives an overview of technical details. Bucksburnd: Rowett Research Institute. *InternationalFeedResources Unit*. 21 p.
- Chizzotti, M. L., S. D. C. Valadares Filho, R. F. D. Valadares, F. H. M. Chizzotti, J. M. D. S. Campos, M. I. Marcondes, & M. A. Fonseca, 2006. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4):1813-1821.
- Donkin, S. S., S. L. Koser, H. M. White, P. H. Doane and M. J. Cecava. 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 92(10):5111-5119.
- Elam, N. A., K. S. Eng, B. Bechtel, J. M. Harris and R. Crocker. 2008. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. In *Proceedings of the Southwest Nutrition Conference*, Arizona, United States.
- Fujihara, T., E. R. Ørskov, P. J. Reeds and D. J. Kyle. 1987. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *The Journal of Agricultural Science*, 109(01):7-12.
- Gunn, P. J., M. K. Neary, R. P. Lemenager and S. L. Lake. 2010. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wetherlambs. *Journal of animal science*, 88(5):1771-1776.
- Gürtler, H., E. Kolb, L. Schröder, H. A. Ketze y H. Seidel. 1987. *Fisiologia Veterinaria*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 4ta Ed.
- Johns, A. T. 1953. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. *New Zealand Journal of Science and Technology*, 35:262-269,
- Krueger, N. A., R. C. Anderson, L. O. Tedeschi, T. R. Callaway, T. S. Edrington and D. J. Nisbet. 2010. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. *Bioresource technology*, 101(21):8469-8472.
- Lage, J. F., P. V. R. Paulino, L. G. R. Pereira, S. C. Valadares Filho, A. S. Oliveira, E. Detmann e J. C. M. Lima. 2010. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(9):1012-1020.
- Leão, M. I., S. C. Valadares Filho, L. N. Rennó, P. R. Cecon, J. A. G. Azevedo, L. C. Gonçalves e R. F. D. Valadares. 2005. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(2):670-678.
- Mach, N., A. Bach and D. Devant. 2009. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein

- bulls fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 87(2):632-638.
- Magalhães, K. A., S. C. Valadares Filho, R. F. D. Valadares, M. L. Paixão, D. S. Pina, P. V. R. Paulino e M. O. Porto. 2005. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4):1400-1407.
- Myers, W. D., P. A. Ludden, V. Nayigihugu and B. W. Hess. 2004. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. *Journal of Animal Science*, 82(1):179-183.
- Nascimento, M. L. D., M. F. Paulino, E. Detmann, M. I. Leão, S. D. C. Valadares Filho e L. T. Henriques. 2010. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(4):861-872.
- N R C. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Ed. National Academic. Washington, D. C. 7ma Ed.
- Parsons, G. L., M. K. Shelor and J. S. Drouillard. 2009. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *Journal of Animal Science*, 87(2):653-657.
- Roger, V., G. Fonty, C. Andre and P. Gouet. 1992. Effects of glycerol on the growth, adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. *Current microbiology*, 25(4):197-201.
- SAS. Statistical Analysis System. 2004. Version 9.1. Cary, North Carolina: SAS Institute.
- Schneider, C. J. 2010. Crude glycerin in feedlot cattle diets and as a solvent in maillard reaction processes intended for manufacturing value-added protein meals. Thesis of Ph.D. Kansas State University, Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture, Manhattan, Kansas.
- Schröder, A. and K. H. Südekum. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. 10th International Rapessed Congress, Canberra, Australia.
- Sniffen, C. J., J. D. O'connor and P. J. Van Soest. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70(11):3562-3577.
- Trabue, S., K. Scoggin, S. Tjandrakusuma, M. A. Rasmussen and P. J. Reilly. 2007. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(17):7043-7051.
- Valadares Filho, S. C., P. V. R. Paulino e K. A. Magalhães. 2006. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE. Ed. Suprema Gráfica Ltda., Viçosa, 2da. Ed.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. Lewis. A. 1991. Symposium: carbohydrate methodology metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583-3597.
- Verbic, J., X. B. Chen, N. A. MacLeod and E. R. Ørskov. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *The Journal of Agricultural Science*, 114(03):243-248.
- Wang, C., Q. Liu, W. Z. Yang, W. J. Huo, K. H. Dong, Y. X. Huang e D. C. He. 2009. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. *Animal feed science and technology*, 151(1):12-20.
- Wilbert, C. A., Ê. R. Prates, J. O. J. Barcellos e J. Schaffhäuser. 2013. Crude glycerin as an alternative energy feedstuff for dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 183(3):116-123.

Índices de rendimiento corporal en morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas Biofloc

Carcass yield index in red belly pacu *Piaractus brachypomus* cultivated in a Biofloc system

Darwin Abad*, David Rincón y Germán Poleo

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Agronomía. Estación de Piscicultura. Barquisimeto, Venezuela. Apartado postal 400. *Correo electrónico: darwin.abad@ucla.edu.ve

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar los índices de rendimiento corporal (canal, viscerosomático, hepatosomático y escamas) del morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas Biofloc. Mil trescientos juveniles de morocoto con talla promedio de $10 \pm 0,2$ cm y $15 \pm 3,1$ g de peso, fueron sembrados en cinco tanques circulares de 15 m^3 a una densidad de $17,3$ organismos/ m^3 . Los peces fueron alimentados a saciedad aparente con alimento comercial (28% PC) durante un periodo de 210 días. Ciento treinta peces fueron sacrificados por choque térmico en agua fría ($6-8^\circ\text{C}$) y destinados para el estudio de rendimiento. Se establecieron tres clases de peso (390-439 g; 440-479 g y 480-520 g) y se midió longitud a la furca (LF). Después del beneficiado se determinaron los parámetros del peso representados por el peso fresco (PF), peso de la canal (PC), peso de vísceras (PV), peso del hígado (PH) y peso de las escamas (PE). Igualmente se calculó el rendimiento de la canal (RC), índice viscerosomático (IVS), índice hepato somático (IHS) y el porcentaje de escamas (RE). Los peces alcanzaron una longitud promedio de $24,5 \pm 1,3$ cm y un peso promedio de $455,9 \pm 28,2$ g y las categorías de peso presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Los valores de RC, IVS y RE no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), lo cual si fue observado para IHS entre los tratamientos ($P < 0,05$). Estos resultados permiten inferir que los índices de rendimiento no fueron afectados y que el morocoto crece muy bien en el sistema de cultivo usado.

Palabras claves: canal, *Piaractus*, rendimiento, morocoto, piscicultura.

ABSTRACT

The main purpose of this research was to find out the corporal yield index (carcass, viscerosomatic, hepato somatic and fish scales) of red belly pacu *Piaractus brachypomus* cultivated in a biofloc system. One thousand three hundred juvenile pacu with average size of $10 \pm 0,2$ cm and weight of $15 \pm 3,1$ g, were stocked at a density of $17,3$ fish/ m^3 in a circular tank of 15 m^3 capacity. The fish were fed to apparent satiation with a commercial feed (28% Crude Protein) for 210 days. One hundred thirty fish were sacrificed in cold water ($6-8^\circ\text{C}$) and used to calculate carcass yield. Three weight classes were established (390-439 g; 440-479 g and 480-520 g) and the fork length was measured. After slaughter the weight variables measured were: fresh weight (PF), gutted weight (PC), liver weight (PH) and scales weight (PE). They were also calculated the carcass yield (RC), viscerosomatic index (IVS), liver index (IHS) and scales percentage (RE). Fish got an average length of $24,5 \pm 1,3$ cm and $455,9 \pm 28,2$ g of average weight and in weight classes. Obtained statistical differences ($P < 0,05$). Statistical differences ($P > 0,05$) were not observed in values RC, IVS and RE; in IHS was obtained statistical differences into treatments ($P < 0,05$). These results showed that fish yield was not affected and the red-belly pacu obtained very good growth of culture system used.

Key words: carcass, *Piaractus*, yield, pacu, pisciculture.

Recibido: 06/06/14 Aprobado: 01/12/14

INTRODUCCIÓN

El morocoto *Piaractus brachypomus* un pez reofílico de porte relativamente grande, ampliamente distribuido en la cuenca del Orinoco y Amazonas, que representa un excelente y abundante producto de la pesca fluvial, ofertándose apreciablemente en los mercados locales y algunas ciudades de importancia en el país (Sola, 1987; González y Heredia, 1989; Mora, 2005). En Colombia es conocido como cachama blanca, en Brasil como pirapitingay en Perú como pacu, donde su cultivo se ha desarrollado y extendido de forma sólida (Díaz y López, 1995; González, 2001; Vásquez-Torres, 2004). En Brasil y Perú por ejemplo, la producción de carácidos ha estado aumentando constantemente, hasta llegar a una producción de 300mil TM en 2010 (FAO, 2012).

La producción de *P. brachypomus* en Venezuela, se inició desde 1983, con un promedio de 50 toneladas por año, y a partir del año 2005 experimentó un crecimiento interesante que llegó a 5000 TM, para luego sufrir un descenso considerable en 2009 a 1.730 TM (INSOPESCA, 2010).

La producción de cachamas (blanca, negra y sus híbridos) se realiza de forma tradicional en sistemas semi-intensivos de laguna con el fondo de arcilla. Sin embargo, existen reportes de su cultivo en jaulas (Mora y Salaya, 1994; Granado 2000) y en sistemas cerrados (Poleo *et al.*, 2011).

El cultivo en sistemas de biofloc se ha venido implementando en Venezuela con la intención de aumentar los niveles de producción de peces y mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, lográndose biomásas entre 8 y 12 kg/m³ en el cultivo de cachama blanca *P. brachypomus* (Poleo *et al.*, 2011) y de 6 a 8 kg/m³ con el híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (Rodríguez *et al.*, 2012). Pero, en estos sistemas intensivos los volúmenes de producción pueden aumentar hasta los 18 kg/m³ en 180 y 210 días como se ha hecho con tilapias (Rackocy *et al.*, 2000; Avnimelech, 2009).

La tecnología de biofloc (BFT) consiste en estimular el crecimiento de bacterias que transformarán los metabolitos tóxicos, producto del metabolismo de los peces la descomposición

bacteriana de la materia orgánica, en compuestos menos letales. Los flóculos que se forman en estos sistemas están compuestos por bacterias, protozoarios, plancton y restos de alimento (Avnimelech, 2009). De esta forma se aumenta el sustrato que será colonizado por las bacterias autotróficas y heterotróficas; las autotróficas realizan un proceso de nitrificación en presencia de oxígeno, el cual convierte el amonio a nitrato, que los peces pueden tolerar en altas concentraciones y también es utilizado por el fitoplancton presente en el agua. Las heterotróficas utilizan tanto el amonio como el nitrito para su crecimiento disminuyendo así el riesgo de toxicidad (Ebeling *et al.*, 2006). La aplicación de biotecnología de flóculos en la acuicultura ofrece una solución para evitar el impacto ambiental por las altas descargas de nutrientes y reduce el uso de alimento comercial (Avnimelech, 2009; Ekasari *et al.*, 2010).

Con *P. brachypomus* han logrado muy buenos resultados en los procesos de producción; sin embargo, poco se ha investigado sobre su manejo post-cosecha, que es un aspecto de suma importancia (Bello y Gil, 1992). Este conocimiento podría conducir al logro de una comercialización más adecuada para esta especie, cuya producción puede llegar a ser muy alta (25mil-60mil kg/Ha/año) con sistemas intensivos. Por otro lado, en Venezuela existen pocos los estudios enfocados al aprovechamiento de especies piscícolas cultivadas, específicamente *Piaractus Colossoma*, que evalúen factores importantes en técnicas postcosecha y valor agregado, ya que su comercialización todavía se realiza como pescado entero (Mora, 2005). De esta manera se pueden fijar estrategias en aspectos relacionados con el manejo, industrialización y comercialización.

Desde el punto de vista tecnológico, la carne de estas especies es estable y de excelentes características lo que las convierte en una materia prima ideal para elaborar productos a base de carne de pescado, poseyendo además alto valor nutricional (Caraciolo *et al.*, 2001; Cabello *et al.*, 2003).

Los estudios sobre los porcentajes de rendimiento de canal son escasos y no se dispone de resultados de investigación que sustenten los

parámetros idóneos que beneficien el incremento de la producción de cachazas (negra, morocoto y sus híbridos) en el país; de allí que el objetivo principal de esta investigación fue determinar los índices de rendimiento corporal (canal, viscerosomático, hepatosomático y escamas) de *Piaractus brachypomus* cultivada en sistemas Biofloc, para aumentar la disponibilidad de datos importantes sobre el desempeño productivo de esta especie en cultivos intensivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en las instalaciones de la estación de piscicultura adscrita al Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Dicha estación se encuentra en Yaritagua estado Yaracuy entre los 10° 07' 03,00" Norte, 69° 06' 48,93" Oeste, con una Altitud: 513 m.s.n.m.

Condiciones experimentales para *Piaractus brachypomus* en biofloc

El ensayo fue realizado en cinco tanques circulares de concreto de 15 m³ de capacidad. Todos los tanques presentaron las mismas condiciones experimentales; fueron dotados con aireación fuerte y turbulenta generada con un soplador de 5 HP (Sweetwater, USA) para mantener los sólidos en suspensión. El sistema fue preparado con Melaza, a razón de 200 g(m³)⁻¹ por cada kg de alimento añadido, como fuente de carbono para producir un co-cultivo bacteriano (autotróficas y heterotróficas) que caracteriza a estos sistemas, manteniendo una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 18:1 (Avnimelech, 2009). Los tanques utilizados no contaron con una dotación de sedimentadores automáticos, que permiten colectar el exceso de sedimento y mantener unas condiciones confortables dentro de los tanques (Rackocy *et al.*, 2000; Avnimelech, 2009).

Animales experimentales

Los peces utilizados en el estudio fueron obtenidos mediante reproducción inducida realizada en la estación. Se sembraron 1.300 juveniles talla promedio de 10±0,2 cm y 15±3,1 g de peso, distribuidos en cinco tanques a una densidad de 17,3 peces/m³.

Régimen de alimentación

Se alimentaron dos veces al día, con alimento balanceado comercial Puripargo® (Purina, Venezuela) de 28% de proteínas crudas (28% PC) durante 210 días. Se realizó un muestreo biométrico mensual para monitorear la ganancia de peso de los peces.

Índices de Rendimiento Corporal de *Piaractus brachypomus*

Al finalizar el proceso de engorde fueron seleccionados 130 peces de la población total de los 5 tanques (26 peces /tanque). Los mismos fueron tomados de manera aleatorizada para realizar los análisis respectivos.

En base a los pesos finales (PF) tomados, los peces se distribuyeron en tres clases (I-III), con 9 peces cada clase, agrupándose en las siguientes categorías:

Clase I (C-I)= intervalo de peso 390-439 g

Clase II (C-II)= intervalo de peso 440-479 g

Clase III (C-III)= intervalo de peso 480-520 g

Los peces fueron sacrificados por choque térmico en agua fría (6-8°C) según las recomendaciones de Caraciolo *et al.* (2001) y Mora (2005). Se les tomó la longitud a la furca (LF), desde el extremo anterior de la boca hasta la horquilla de la aleta caudal, como única variable morfométrica. Seguidamente los peces fueron pesados con una balanza (±0,01 g de apreciación, Ohaus, modelo TS120S, USA).

Se realizó el beneficiado del pescado con el propósito de determinar las siguientes variables de peso según la metodología aplicada por Mora (2005):

Peso fresco (PF): peso del pez entero.

Peso de canal (PC): peso del pez luego de retirarse las vísceras.

Peso de vísceras (PV): [(PF) – (PC)]

Peso del hígado (PH): este se retiró de las vísceras luego del pesaje de las mismas.

Peso de Escamas (PE): estas se tomaron de cada pez procesado.

Para el cálculo de los rendimientos corporales se utilizaron modificaciones realizadas a la

ecuación general formulada por Ruttenet *al.* (2004) según la variable a determinar y fueron empleados los siguientes índices:

Rendimiento de canal RC: $[(PC)/(PF)*100]$.

Índice viscerosomático IVS: $[(PV)/(PF)* 100]$.

Índice hepatosomático IHS: $[(PH)/(PF)* 100]$.

Porcentaje de Escamas RE: $[(PE)/(PF)* 100]$

Calidad de agua

Se realizaron mediciones de los parámetros físico-químicos para monitorear la calidad del agua durante los 210 días de cultivo. La temperatura fue registrada diariamente con un termómetro digital. También se realizó un monitoreo de la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto OD en el agua del cultivo con el empleo de un Oxímetro (YSI 85. USA). El pH se midió semanalmente con un potenciómetro de campo (OAKTON, pH/CON 510 series. Singapore). El amonio y nitritos fueron medidos una vez por semana con una Test Kit Model FF-1^a (HACH, Cat, N^o. 2430-02). Se mantuvo una tasa mínima de recambio diario (1,8% diario) para evitar la acumulación excesiva de floc y sólidos sedimentables, que al aumentar (>500 ml/l) afectan el consumo de alimento en los peces.

Diseño experimental

Se empleo un diseño completamente aleatorio, cuyo factor independiente único fue la categorización de pesos (C-I; C-II y C-III). Los tanques fueron considerados unidades experimentales y los peces como unidades de muestreo o repeticiones, dentro de cada categoría, para efecto de las comparaciones de medias obtenidas.

Procesamiento de datos y análisis estadísticos.

Se elaboraron matrices con todos los datos obtenidos. Los valores fueron analizados con estadística descriptiva, expresados en promedio \bar{X} y desviación estándar DE con 95% de significación. El histograma de frecuencia se obtuvo con los diferentes intervalos de peso encontrados en el lote de peces seleccionados. Los datos fueron sometidos a un análisis de Modelo Lineal General (GLM), para cada uno

de los índices de rendimientos corporales determinados, y luego se aplicó una prueba Tukey *a posteriori* con 5% de significancia, utilizando el programa estadístico SPSS 17.0 (Visauta, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento final y producción de biomasa de *Piaractus brachypomus*

Al final de la fase de cultivo, los peces obtuvieron una longitud (LF) y peso (PF) de $24,5 \pm 1,3$ cm y $455,9 \pm 28,2$ gr respectivamente, con una tasa de ganancia de peso de 2,11 g/ día y una biomasa promedio de 7,89 kg/m³. Poleo *et al.* (2011) obtuvo un incremento de peso promedio de 2,33 g/ día al probar dos sistemas intensivos de cultivo, y señala que no difiere mucho de experiencias en cultivos intensivos de esta especie en jaulas, donde Granado (2000) reportó ganancia de peso con *P. brachypomus* 14 peces/m³. Cultivos de *C. macropomum* en jaulas han mostrado tasas de crecimiento diario de hasta 4 g por día a densidades finales de 12 kg m³ y 21 kg m³ (Gomes *et al.*, 2006; Chagas *et al.*, 2007).

Los parámetros físico-químicos del agua, como temperatura y oxígeno disuelto, se muestran en la Cuadro 1 y se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de la cachamas según Gonzáles y Heredia (1989). En el caso del amonio los valores presentes en el agua llegaron a valores máximos de 1,8 mg/l en los últimos 2 meses debido a que las bacterias nitrificantes transforman el nitrógeno amoniacal NH₄⁺a nitrato NO₃⁻a una tasa menor que las bacterias heterotróficas (Hargreaves, 2006; De Schryver *et al.*, 2008).

Variables del beneficiado y peso de la canal de *P. brachypomus*

Los valores de las variables corporales medidas se presentan en la Cuadro 2, donde se observa variación proporcional relacionada al aumento de la longitud y el peso. La mayor cantidad de organismos se encontró en los rangos de peso entre 440 y 480 g (Figura 1) con una LF promedio de $24,64 \pm 0,5$ cm, valores estos que se consideran normales, tomando en cuenta

Cuadro 1. Valores promedios, mínimos y máximos de cada una de las variables de la calidad de agua medidas durante el cultivo de cachama blanca *Piaractus brachypomus* en sistemas cero recambio biofloc.

VARIABLES	Mínimo	Promedio	Máximo
Temperatura °C	25° C	27° C	30° C
Conductividad µs	409,3	545,2±14,3	780,7
Oxígeno Disuelto mg.l ⁻¹	5,7	8,9±2,0	10,4
pH	7,5	7,8± 0,6	8,5
Amonio mg.l ⁻¹	0,2	0,9±0,8	1,8
Nitrito mg.l ⁻¹	<0,05	<0,05	<0,05

Cuadro 2. Variables morfométricas y de peso obtenidas del beneficiado de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* cultivadas en sistemas cero recambio Biofloc.

VARIABLES	Rango peso (gr)	Media± DE(cm)	Mínimos y máximos
Longitud a la furca (LF)	390 – 439	23,56±0,34c	23,3 - 24,0
	440 – 479	24,64±0,29b	24,3 - 25,0
	480– 520	25,30±0,28 a	25,1 - 25,8
VARIABLES	Rango peso (gr)	Media±DE (gr)	
Peso Fresco (PF)	390 – 439	415,0± 17,32c	390,5 - 430,1
	440 – 479	454,62±10,50 b	440,9 - 470,2
	480– 520	492,00± 17,89a	480,4 - 520,6
Peso canal (PC)	390 – 439	363,58± 9,16c	350,5 - 369,6
	440 – 479	389,86± 13,56b	373,6 - 423,2
	480– 520	430,24±4,60 a	425,2 - 437,0
Peso vísceras (PV)	390 – 439	51,50±8,40 b	40,0 - 60,4
	440 – 479	64,85± 7,42a	46,8 - 75,2
	480– 520	61,80±13,73 ab	50,0 - 83,0
Peso hígado (PH)	390 – 439	6,09±0,46 a	57,6 - 67,6
	440 – 479	5,96±0,00 a	56,3 - 59,6
	480– 520	6,41±0,47 a	5,96 – 6,99
Peso escamas (PE)	390 – 439	4,0±0,00 b	42,8 - 43,5
	440 – 479	4,85±0,16 a	43,2 - 48,5
	480– 520	5,0±0,15 a	48,4 – 52,6

Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

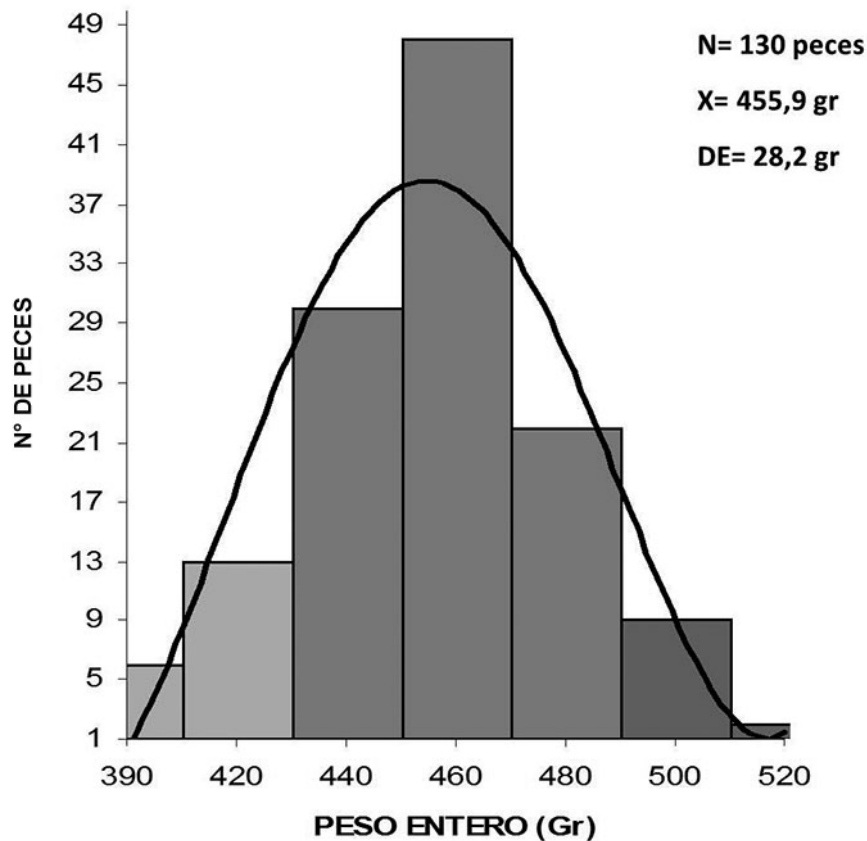


Figura 1. Histograma de frecuencia de pesos de la cachama blanca *Piaractusbrachypomuscultivada* en sistemas Biofloc.

el manejo aplicado en el cultivo de los peces durante todo el periodo experimental.

Para la longitud LF y el peso PF se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre las categorías de pesos, al igual que se observó para el peso de la canal (PC) según lo esperado (Cuadro 2). Para la variable PV también se encontraron diferencias estadísticas entre las categorías, donde los mayores valores se observaron en la clase C-II (64,85 g) y los menores en la clase C-I (51,50 g); presentando la clase III valores intermedios (61,80 g). La variable PH presentó un valor mayor para la categoría C-II aunque sin diferencias estadísticamente significativas en relación a las demás clases. El peso de las escamas PE tuvo el mayor promedio en la clase C-III (5,0), aunque sin diferencias significativas con relación a la clase C-II (4,85). El menor valor en PE se observó en la clase C-I (4,0), con diferencias significativas con relación a las otras dos clases ($P < 0,05$).

En la producción de cachamas en Venezuela, la documentación sobre el manejo postcosecha de los cultivos es escasa. Solo a excepción de Brasil y Colombia, los reportes sobre experiencias relacionadas con el tema son pocas y no han sido, suficientemente, utilizados para favorecer la comercialización de sarrasálmidos y otras especies con potencial en la piscicultura (Cabello *et al.*, 2003). Sin embargo Mora (2005) señaló que se pueden establecer otras formas no tradicionales de comercialización y presentación del producto.

Índices de rendimientos corporales de *Piaractusbrachypomus*

Los valores de los índices rendimiento en canal al final de la experiencia se representan en el Cuadro 3 y en la Figura 2. Los valores de rendimiento de canal (RC) fueron de 87,66%, 85,75% y 87,51% en las clases de peso 390-439 g, 440-479 g y 480-520 g respectivamente sin

Cuadro 3. Índices de rendimientos corporales de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* cultivada en sistemas de cero recambio biofloc.

VARIABLES	Rango peso (gr)	Media±DE (%)	Mínimos y máximos
RC	390 – 439	87,66±1,58 a	85,95 - 89,74
	440 – 479	85,75±1,66 a	83,65 - 90,04
	480– 520	87,51±2,28 a	84,04 - 89,58
IVS	390 – 439	12,34±1,58 a	10,26 - 14,05
	440 – 479	14,25±3,66 a	9,96 - 16,35
	480– 520	12,49±2,28 a	10,42 - 15,96
IHS	390 – 439	1,47±,08 a	1,40 - 1,57
	440 – 479	1,31±0,03 b	1,27- 1,36
	480– 520	1,30±0,05b	1,24 - 1,35
Rendimiento de escamas RE	390 – 439	1,05±0,05a	1,01 - 1,12
	440 – 479	1,03±0,02a	0,99 - 1,09
	480– 520	1,03±0,02 a	1,01 - 1,05

RC: rendimiento de canal; IVS: índice viscerosomático; IHS: índice hepatosomático; letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

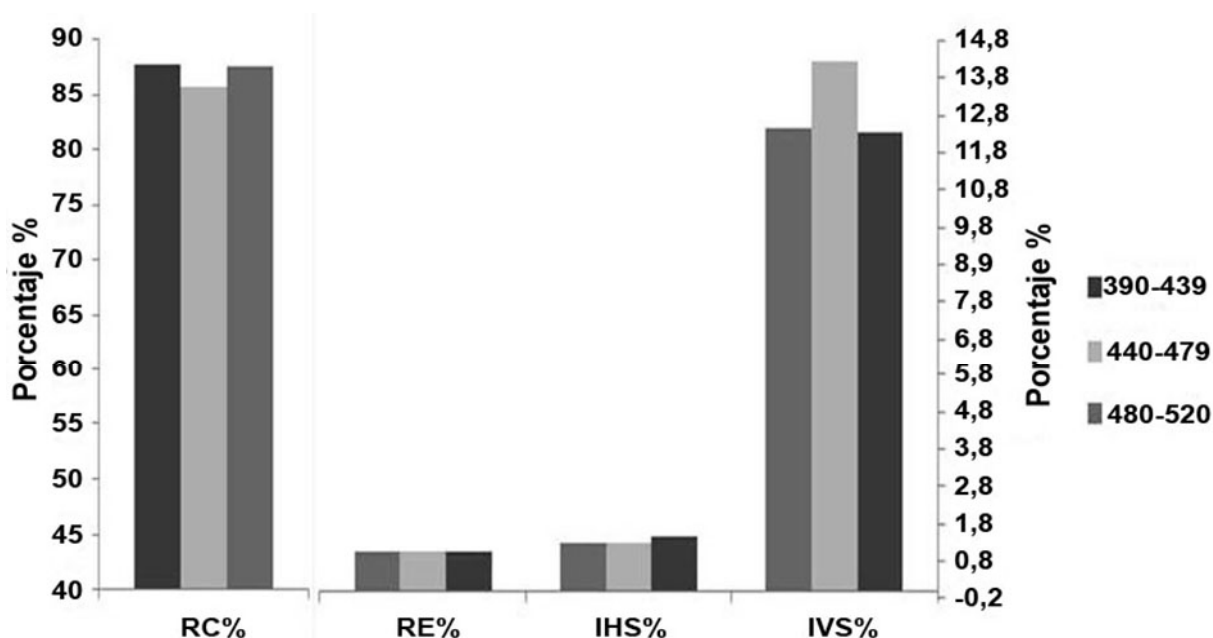


Figura 2. Índices de rendimiento corporal de la cachama *Piaractus brachypomus* al final del cultivo en sistemas biofloc.

diferencias significativas entre ellos. Esto indica que los peces se encontraban en buen estado físico al momento de la cosecha, y por lo tanto, la diferencia de talla no afecta los rendimientos de canal, como si puede ser un factor influyente las técnicas de cortes empleadas y el operario (Méndez *et al.*, 2011).

Mora (2005) reportó valores de RC similares a los encontrados en esta experiencia (86,8%), en ejemplares de *P. brachypomus* con pesos de 0,8 a 1,2 kg y 35 cm de longitud, mientras que en otra investigación realizada con cachaza y Mora *et al.* (1997) obtuvieron un máximo rendimiento de la canal de 87%; valores similares a los encontrados en esta investigación. Podemos inferir que estos porcentajes son poco variables en los peces con diferentes tallas de engorde, entre 450 y 1200 g, disminuyendo cuando estos organismos están cercanos a la etapa de formación gonadal, aumentando la proporción de vísceras de acuerdo con lo argumentado por Basso y Ferreira (2011). Por su parte, Espinosa (1989) encontró RC de 92,8% en *P. brachypomus*, con pesos de 0,6 kg en lagunas de tierra. Por esta razón, el valor de RC obtenido en esta investigación, se considera bueno e indica que el sistema de cultivo empleado proporciona un crecimiento adecuado en los peces, bajo estas condiciones intensivas proporcionalmente relacionado a la tasa de alimentación.

Para *Piaractus mesopotamicus* Bombardelli *et al.* (2007) encontraron un RC de 81,3% y 84,4% con diferentes dietas ensayadas, donde el menor valor fue obtenido con una dieta artesanal de residuos vegetales, y el mayor valor con una ración comercial. Faria *et al.* (2002) en Mora 2005 señaló un rendimiento de 88,9% también en *P. mesopotamicus*.

A diferencia de *Colossoma macropomum*, el morocoto presenta una menor dimensión de la cabeza incidiendo esto sobre los rendimientos en la producción de filete y porción comestible que pueden ser mayores. No obstante, al igual que esta especie emparentada presenta espinas intramusculares bifurcadas que pudieran ser las responsables de la baja aceptación de estos peces redondos en los mercados urbanos más importantes del país (Méndez *et al.*, 2011). Por otro lado, las características tecnológicas en canal de la cachama, con el fin de aumentar su

aceptación pueden ser enmendadas o mejoradas con cortes realizados a nivel del músculo para minimizar las espinas, tal y como es consumida mayormente en los llanos venezolanos. El valor de RC encontrado, evidencia que resulta adecuada su comercialización en forma entera, de ejemplares de 400 y 500 g preferiblemente empacado; mientras que peces con mayores tallas serían más convenientes emplear para la obtención de filetes (Basso y Ferreira, 2011).

Con respecto al índice viscerosomático (IVS) el mayor valor fue determinado para los peces con pesos de 440-479 g (14,25%) aunque sin diferencias significativas con relación a los otros rangos de peso (Cuadro 3). El IVS en esta investigación fue similar al señalado por Mora (2005) quien encontró una proporción de vísceras (IVS) de 13,2% en ejemplares de *P. brachypomus* de 0,8 Kg; explicando que el tamaño de los ejemplares influye sobre el valor de este índice, dado que, los peces en estadios menores tienen menor proporción de carne y mayor cavidad visceral. En el momento de la extracción de las vísceras los peces presentaron estómago con contenido de biofloc y esto pudo afectar el cálculo de este índice corporal; sin embargo los valores obtenidos oscilan entre los obtenidos por otros autores. Espinosa (1989) encontró para la especie, con pesos de 0,6 kg, un rendimiento en vísceras de 8,6% adicionando escamas y branquias; valor que fue observado en algunos ejemplares utilizados en esta investigación. Por otro lado, Abad (2010) determinó un menor IVS en juveniles de *P. brachypomus* con 61,3 g de peso promedio, alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de río *Macrobrachium jelskii*, lo que indica que el manejo influye sobre el desempeño productivo de los peces. En este caso, el sistema de cultivo empleado no altera los índices de rendimiento corporal y se observa que el morocoto obtiene un buen desempeño productivo en biofloc, y como respuesta un aumento de biomasa producida, como también se ha logrado con cultivos de tilapia (Cedano-Castro *et al.*, 2013; Rackocy *et al.*, 2000).

Durante la evisceración pueden encontrarse pérdidas mayores, por cuanto estos peces tienden a acumular grasa abdominal que llegan a representar hasta 5% del peso corporal (Mora *et al.*, 1997); no obstante, en este estudio no fue

observada dicha variable. Esta condición puede ser atribuida al manejo en cautiverio, ya que la restricción de locomoción y desplazamiento pueden favorecer una mayor acumulación de grasa en las vísceras, repercutiendo en los rendimientos finales (Méndez, *et al.*, 2011)

El índice hepatosomático (IHS) más alto (1,47%) se encontró en la clase C-I y presentó diferencias significativas con relación a las clases C-II y C-III, las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellas ($P < 0,05$), tal como se aprecia en el Cuadro 3. Los peces de menor talla presentaron mayor proporción del hígado, lo cual puede estar más relacionado a una condición fisiológica de los organismos, y no al manejo empleado de las condiciones de cultivo. Abad (2010) obtuvo valores de IHS entre 1,50 y 1,76% en juveniles de *P. brachypomus* que fueron alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de río *Macrobrachium jelskii*, y observó que este aumentaba a medida que se incluía mayor porcentaje de la harina en el alimento. Pese a que, este autor señala que no se cuentan con experiencias diversas y bases de datos de rendimiento sobre peces carácidos de interés comercial, que determinen un IHS aceptable para el cultivo de estas especies; al realizar una comparación entre los valores de este índice, obtenidos de ambas experiencias se observa que son similares.

El porcentaje de escamas (RE) fue similar para todos los lotes de pesos y sin encontrarse diferencias significativas ($P > 0,05$). Esto indica que no existe una relación de esta variable, con respecto al peso que presentó el pez al momento de la cosecha en estos sistemas de cultivo biofloc. No existen experiencias diversas que permitan comparar los resultados obtenidos en este estudio para *P. brachypomus*. A pesar de que, para *P. mesopotamicus*, Bombardelli *et al.* (2007) encontraron valores de RE de 6,34 y 6,47% con varias dietas ensayadas, los cuales son superiores a los encontrados en este estudio. A pesar de pertenecer al mismo género esta diferencia pudiera estar relacionada con las condiciones ambientales en las que se desenvuelven estas especies. Las mediciones de estos parámetros permiten también hacer comparaciones entre especies de peces comerciales y, de esta manera, visualizar su

potencial para la industrialización (Contreras-Guzmán, 1994).

Se observa que los valores de índices de rendimiento en canal para el morocoto en sistemas intensivos no son diferentes a los obtenidos en investigación realizadas por Mora (2005) y Méndez *et al.* (2011) entre otros. Esto denota que esta especie posee una ganancia en peso, indiferentemente del sistema en el cual se encuentre confinado, presentando como resultado un crecimiento alométrico mayorante (Poleo *et al.*, 2011), que es uniforme y no altera el incremento de las variables corporales.

CONCLUSIONES

El morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas de biofloc presentó valores de rendimientos de canal similares a los obtenidos por peces cultivados en sistemas semi-intensivos de lagunas tierra y tanques.

Los índices de rendimiento de la *P. brachypomus* no se alteran de forma negativa, por lo que este método de cultivo resulta adecuado para diversificar y aumentar la producción de pescado. Numéricamente el mayor rendimiento de canal se observó en animales con pesos mayores tal y como han sido señalados por otros autores que han determinado estos índices con peces cultivados en estanques y lagunas.

Los peces tuvieron IHS% con ligera diferencia entre las categorías de pesos, sin embargo, esto no se relaciona con ninguna patología nutricional ni de estrés.

Los valores de rendimiento de canal encontrados en todos los peces evidencian que sería muy favorable su comercialización de forma entera con tallas entre 400 y 500 g de peso, preferiblemente empacado.

La tecnología Biofloc puede resultar ventajosa de usar en lugares donde el recurso espacio y agua son limitados, teniendo en cuenta que los estándares de producción se mantienen sin afectar el aumento de biomasa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan agradecimientos a la Estación de Piscicultura de la Universidad

Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por facilitar todas las condiciones y el financiamiento necesario para la realización de este estudio. Al personal obrero calificado que labora en esta institución por su valiosa colaboración.

LITERATURA CITADA

- Abad, D. 2010. Crecimiento de alevines de cachama blanca *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (PISCES: CHARACIDAE) alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de agua dulce *Macrobrachiumjelskii* (Miers, 1872) (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE). Universidad de Oriente. Datos no Publicados. 82 p.
- Arias, J. 1988. Apuntes sobre el cultivo de la cachama en el Meta. *Agrometa*, 20: 9-10.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology- A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, United States. 181 p.
- Basso, L. e M. Ferreira. 2011. Efeito do peso ao abate nos rendimentos dos processamentos do pacu (*Piaractusmesopotamicus*). *Revista Agrarian*, Dourados: 4 (12) 134-139
- Bello, R. y W. Gil. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossomamacropomum*) cultivada, como fuente de alimento. Programa Cooperativo Gubernamental FAO-ITALIA. Proyecto AQUILA II. Documento de Campo n° 2. 113p.
- Bombardelli, R., E. Bencke e E. Sánchez. 2007. Processamento da carne do pacu (*Piaractusmesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. *Maringá* 29 (4) 457-463.
- Cabello, A., B. Figuera, M. Martínez y O. Vallenilla. 2003. Optimización del proceso de deshuesado de *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae). X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Resúmenes Ampliados. San José, Costa Rica.
- Caraciolo, M., S. Kruger e F. J. Costa. 2001. Estratégias de fi letagem e aproveitamento da carne de tambaqui. *Panorama da Aqüicultura*, 67: 25-29.
- Cedano-Castro, M., A. Lujan-Bulnes y H. Suárez Marín. 2013. Crianza de *Oreochromisniloticus* Var chitralada en sistemabio-floc en la Empresa Produmar SA, Guayaquil (Ecuador). *Rebiolest*; 1(2): 79 p.
- Chagas, E. C., L. de C. Gomes, H. Martins júnior e R. Roubach. 2007. Produtividade de tambaqui criado em Tanquerede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, 37: 1109-1115.
- Contreras-Guzmán, E. 1994. *Bioquímica de pescados e derivados*. Funep, Jaboticabal, Brazil. 401 p.
- De Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt , N. Boon and W. Verstraete. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277: 125-137.
- Díaz, F. y R. López. 1995. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractusbrachypomus*) y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*): Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). pp 207 – 221.
- Ebeling, J. M., M. B. Timmons and J. Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, Vol. 257, 346-358.
- Ekasari, J., R. Crab and W. Verstraete. 2010. Primary Nutritional Content of Bio-Flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI Journal of Biosciences* September 2010, Vol. 17 (3), 125-130.
- Espinosa, G. 1989. Caracterización tecnológica de la cachama blanca (*Piaractusbrachypomus*) y mojarra plateada (*Oreochromisniloticus*) a seis meses de cultivo. *Boletín Red Acuicultura* 3(3): 10-12.
- FAO. Organización mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012. Estado mundial de la pesca y la

- acuicultura. Departamento de la pesca y la acuicultura de la FAO. pp 40-44.
- Faria, R., M. Rodríguez De Souza, P. M. Wagner, J. Povh e P. G. Kirschnik. 2002. Rendimiento do processamento da tilapia (*Oreochromis niloticus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) In: Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. Bioagro 17: 161- 169.
- Gomes, L. de C., E. Chagas, H. Martins-Junior, R. Roubach, E. Ono and J. N. Lourenço. 2006. Cageculture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. Aquaculture, 253: 374-384.
- González, A. 2001. El cultivo de la cachama. En: Rodríguez, H.; Daza, P. V. y Carrillo, M. (eds.). Fundamentos de Acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Grafimpreso Quintero, Bogotá. 329-346.
- González J. y B. Heredia. 1989. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). FONAIAP, Estación Experimental Guárico, Sub-Estación Guanapito. Maracay. 2ed. 134 p.
- Granado, A. 2000. Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. Instituto Limnológico, Universidad de Oriente, Caicara del Orinoco, Estado Bolívar, Venezuela. Saber 12: pp. 3-7.
- Hargreaves, J. A. 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquaculture Engineering, 34: 344-363.
- INSOPESCA. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura en Venezuela. 2010. Producción acuícola. Datos no publicados. Caracas, Venezuela.
- Méndez, Y., D. Perdomo, G. Andrade, D. García y O. Valecillo. 2011. Evaluación del rendimiento en el canal y del fileteado de la Cachama (*Colossoma macropomum*). Zootecnia Trop., 29(3): 361-370.
- Mora, J. y J. Salaya. 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomum*, Cultivada en jaulas flotantes. Memorias VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Santa Fé de Bogotá, Colombia. S/n p.
- Mora, J., G. Bereciartu, A. Garrido y N. Torres. 1997. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región Centroccidental de Venezuela. Memorias IV Encuentro Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros, Venezuela. 210-226.
- Mora, J. 2005. Rendimiento de la canal de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. Bioagro 17: 161- 169.
- Poleo, G., J. V. Aranbarrio, L. Mendoza y O. Romero. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas intensivos. Pesquisa Agropec. Bras., Brasília, 46(4): 429-437.
- Rakocy J. E., J. J. Danaher, D. S. Bailey and R. C. Shultz. 2000. Development of a Biofloc System for the Production of Tilapia. Aquaculture; 277: 138-145.
- Rodríguez, J., Z. Valencia y G. Poleo. 2012. Producción intensiva de cachamoto (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) en sistema de "Biofloc". I Congreso Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Marco del PEII y la LOCTI. Vol 1: 277-278.
- Rutten, M. J., H. Bovenhuis and H. Komen. 2004. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 231:113-122.

Sola, J. A. 1987. Cultivo de la cachama. Sub-estación Guanapito. FONAIAP DIVULGA N° 24. 2 p.

Vásquez-Torres, W. 2004. Retrospectiva del cultivo de las cachamas en Colombia. II Congreso Nacional de Acuicultura.

Universidad de los Llanos, Villavicencio. 71-73.

Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 200 p.

Efecto de la Suplementación parenteral de minerales en algunos parámetros productivos y reproductivos en ovejas de pelo

Effect of Mineral supplementation on productive and reproductive performance in hairsheep ewes

Floriberto Naranjo García, Juan Carlos Martínez González, Pedro Zárate Fortuna (†), Jonny Juárez Félix, Martín Antonio Ibarra Hinojosa, Andrés Gilberto Limas Martínez y Arnoldo González Reyna*

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87149. *Correo electrónico: argonzal@uat.edu.mx, aglezr1952@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres formulaciones minerales (comerciales) sobre el comportamiento productivo de los corderos y el comportamiento reproductivo de ovejas de Pelo. Se seleccionaron 48 ovejas de las razas Pelibuey Canelo y Katahdin, de una edad de $2,5 \pm 0,5$ años, con peso vivo de $45,0 \pm 5,0$ kg y una condición corporal de 2,5 a 4,0. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 12 repeticiones y cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la aplicación del suplemento mineral vía parenteral (SMP), como sigue: Tratamiento 1 (T1)=testigo (Vit ADE); T2=T1+(993 mg de P+45 mg de Se+Vit ADE); T3=T1+(993 mg de P+Vit D3+Vit ADE); y T4=T1+(670 mg de Zn+987 mg de Mg+795 mg de Ca+Vit ADE). Las variables productivas evaluadas fueron peso al nacimiento del cordero (PNC), peso al destete del cordero (PDC), ganancia de peso al destete (GPD). Mientras que el comportamiento reproductivo de las ovejas se evaluó mediante la prolificidad (PRO), porcentaje de gestación (PGE), porcentaje de pariciones (PPA) y porcentaje de destetes (PDE). Las medias de PNC, PDC y GDP fueron 3,60, 12,43 y 0,21 kg, respectivamente, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. Estos resultados se mantuvieron en las características reproductivas con una media de PRO de 1,3 y los PGE, PPA y PDE fueron 83,9, 83,9 y 96,2%, respectivamente, sin que los tratamientos afectaran ($P > 0,05$) los resultados. Se determinó que la suplementación mineral parenteral en ovejas de Pelo no influyó sobre los parámetros productivos y reproductivos.

Palabras clave: minerales, ovinos de pelo, producción.

Recibido: 09/07/14 Aprobado: 01/12/14

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of three mineral commercial formulations on the productive performance of lambs and reproductive behavior in hair sheep ewes. Forty-eight ewes were selected of Pelibuey Canelo and Katahdin breeds. Ewes were 2.5 ± 0.5 years old, with a live weight of 45.0 ± 5.0 kg and a body condition score of 2.5 to 4.0. We used a completely randomized design, with 12 repetitions and four treatments, which consisted in the application of the mineral supplement via parenteral (MSP), as follows: treatment 1 (T1)=control group (Vit ADE); T2=T1+(993 mg P+45 mg of Se); T3=T1+(993 mg of P+VitD3); and T4=T1+(670 mg Zn+987 mg Mg+795 mg of Ca). The productive variables evaluated were birth weight of lambs (BWL), the weaning weight of lambs (WWL), weight gain at weaning (WGW). While the reproductive behavior of the ewes was assessed using the prolificacy (PRO), percentage of gestation (PGE), percentage of lambing (PCL) and percentage of weaning (PWE). The means of BWL, WWL and WGW were 3.60, 12.43 and 0.21 kg, respectively. There were no significant differences ($P > 0.05$) among treatments. These results were similar in reproductive traits with an average of 1.3 of PRO and the PGE, PCA and PWE were 83.9, 83.9 and 96.2%, respectively. The results were not affected by treatments ($P > 0.05$). It is concluded that the parenteral mineral supplementation in hair sheep ewes did not influence productive or reproductive parameters.

Key words: mineral, sheep hair, production.

INTRODUCCIÓN

Los elementos minerales son esenciales para todos los animales ya que intervienen en numerosos procesos metabólicos, un desbalance de éstos se manifiesta como deficiencia o toxicidad (Underwood y Suttle, 2003). No obstante el estado nutricional del pequeño rumiante repercute de manera directa en su actividad reproductiva y productiva (Viñoles *et al.*, 2002).

Lo anterior es provocado por desbalances en la alimentación, ya que ésta es una de las afecciones atribuidas al ganado en pastoreo. Sin embargo, las principales deficiencias después de las de proteína y energía, son los minerales, sobre todo en condiciones de pastoreo (McDowell, 2003), debido a que dependen exclusivamente del contenido mineral de los forrajes para satisfacer sus requerimientos nutricionales (Morales *et al.*, 2007). El recurso forrajero no es capaz de cubrir estas necesidades debido a que presenta fluctuaciones en calidad y cantidad durante el año.

Los minerales ejercen una enorme influencia para la asimilación de los diferentes nutrientes disponibles en el alimento. Los minerales se dividen en macro minerales (Ca, P, Na, K, Mg, S, y Cl) y microminerales (Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Se e I) siendo estos últimos los de mayor necesidad dentro del organismo animal (McDowell, 2003).

Por ejemplo, Ca y P se encuentran relacionados entre sí ya que son los principales constituyentes estructurales del esqueleto, este último constituye una reserva corporal de estos minerales. No obstante, un aumento o disminución en la concentración plasmática de estos minerales puede provocar problemas de crecimiento y raquitismo en los animales (Church *et al.*, 2007).

El Mg es uno de los minerales que se encuentra distribuido en gran escala en el organismo animal, actúa como catalizador y activador de sistemas enzimáticos, participa en procesos metabólicos de proteínas, lípidos y carbohidratos, la ausencia de este elemento en el animal produce poca ganancia de peso, tetania hipomagnésica, convulsiones, contracciones musculares y muerte (McDowell, 2003).

En cuanto al Zn, estudios realizados (MacDonald, 2000) indican su importancia en la división y

formación de células somáticas y germinales, se le asocia con la síntesis del ADN y ARN, participa en la producción, almacenaje y secreción de algunas hormonas, tales como FSH, LH, testosterona, cortisol, entre otras, ayuda a la maduración de los espermatozoides. La deficiencia de este mineral en el animal provoca retardo en el crecimiento, anorexia, inflamación de los cascos, alopecia, daños en la función reproductora (en el macho, hipogonadismo), mientras que en la hembra provoca pérdida de la gestación en el último tercio (Underwood y Suttle, 2003; Church *et al.*, 2007).

En la actualidad se ha comprobado que el Se está presente en todas las células del organismo y juega un importante papel en el animal, debido a que forma parte de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), la cual funciona como un antioxidante destruyendo el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). También, ejerce funcionalidad sobre el aparato reproductor, pero, desórdenes de este mineral ocasionan diversos problemas como infertilidad en machos, enfermedad del músculo blanco, enfermedad rígida del cordero, distrofia muscular nutricional y retención de membranas fetales. Mientras que en cantidades altas ocasiona quistes ováricos, pérdida de peso, desprendimiento de las pezuñas e incluso la muerte, entre otros (Church *et al.*, 2007).

Independientemente del estado de los animales (empadre, gestación, lactancia, etc.) y/o la disponibilidad de los minerales, es necesario suplementar, vía parenteral, los minerales para corregir las necesidades nutritivas del rumiante; sin dejar de considerar posibles deficiencias en el suelo y biomasa que los rumiantes en pastoreo consumen (Domínguez-Vara y Huerta-Bravo, 2008; Turriza-Chan *et al.*, 2010).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la administración de minerales inyectables (Compol-ADE®, Fosel®, Vifato® y Zimacal®), sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas de pelo en condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en la Posta Zootécnica “Ing. Herminio García González”

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en el kilómetro 23,5 de la carretera Victoria-Monterrey en el municipio de Guemez, Tamaulipas, México. Localizada geográficamente a 23° 56' 22" LN, 99° 06' 17" LOy a una altitud de 190 msnm. La temperatura y precipitación anual son de 24°C y 700 mm, respectivamente.

Animales

Se utilizaron 48 ovejas de las razas Pelibuey Canelo (n=26) y Katahdin (n=22) con una edad media de 2,5±0,5 años, con peso vivo medio de 45,0±5,0 kg y una condición corporal de 2,5 a 4,0 (escala de 1=flaca a 5=obesa). Se seleccionaron tomando en cuenta su historial reproductivo, con la finalidad de que fueran fértiles y con buena habilidad materna, en base a registros productivos de partos previos.

Previo al inicio del experimento, las ovejas fueron tratadas contra parásitos internos con la administración parenteral subcutánea de 0,2 mg de ivermectina kg⁻¹ de PV (Iverfull®, Laboratorios Aranda, México), así como la administración parenteral subcutánea de 1 mL 10⁻¹ kg de PV de Closantel al 12,5% (IvertinClos®, LAPISA, Michoacán, México).

Las ovejas fueron alimentados en una pradera de pasto Bermuda Tifton 68 (*Cynodonlemfuensis*) durante la mayor parte del año (abril-noviembre). Mientras que durante el invierno (diciembre-marzo), la alimentación se realizó en corral con una dieta balanceada al 7% de proteína y 2,4 Mcal de EM, a base de cáscara fresca de cítricos, suplemento proteico y agua a libre acceso, con la finalidad de cubrir los requerimientos nutricionales de una dieta de mantenimiento y de acuerdo a la etapa fisiológica de las ovejas (apareamiento).

Los apareamientos se realizaron en cada uno de los grupos de animales, teniendo una duración de 45 d.

Tratamientos

Las ovejas fueron distribuidas aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos (n=12). Los tratamientos consistieron en la aplicación de un suplemento mineral parenteral (SMP): T1=Compol-ADE® (2 mL animal⁻¹); T2=T1+Fosel® (2 mL animal⁻¹); T3=T1+Vifato®

(10 mL animal⁻¹); y T4=T1+Zimacal® (3,5 mL animal⁻¹). La composición química de los suplementos minerales utilizados en cada tratamiento se muestra en el Cuadro 1.

El experimento tuvo una duración equivalente a dos épocas de apareamiento y partos, la aplicación de los tratamientos se realizó en tres ocasiones, en el apareamiento (mayo-junio, 2011), en el último tercio de la gestación (agosto-septiembre, 2011) y la tercera aplicación en el segundo apareamiento (noviembre-diciembre, 2011).

El registro del peso al nacimiento del cordero (PNC) se realizó al momento del parto (dentro de las 24 h posteriores al nacimiento), se utilizó una báscula digital con una capacidad de 50 kg y una sensibilidad de 50g. También, se evaluó la ganancia diaria de peso predestete (GPD), la cual fue estimada mediante el pesaje de los corderos cada 15d en el mismo horario, previo al amamantamiento, durante un periodo de 45d. El peso al destete de los corderos (PDC), se realizó al momento del destete y fue ajustado a 60d. La alimentación de los corderos se realizó bajo lactancia natural y amamantamiento a libre acceso y sin suplementación. La ganancia total de peso (GTP) se estimó mediante la diferencia entre el PDC – PNC.

El porcentaje de gestación (PGE) se determinó con la ayuda de un ecógrafo de tiempo real de la marca Draminsky® (SonoFarm, USA), el cual cuenta con un transductor de 5,0 MHz, el diagnóstico se realizó por vía rectal y se estimó a los 60 d después del fin del apareamiento, el PGE se precisó mediante el cálculo de la proporción de ovejas gestantes sobre el total de ovejas expuestas al macho. El porcentaje de pariciones (PPA) se determinó tomando en cuenta el número de ovejas paridas sobre el número total de ovejas expuestas al macho. Para evaluar los parámetros reproductivos se determinó la prolificidad (PRO) de las ovejas, se llevó a cabo una vez terminada el periodo de gestación, tomando en cuenta el número de crías nacidas sobre el número de ovejas paridas de cada tratamiento. Mientras que el porcentaje de destetes (PDE) se determinó mediante el número de corderos destetados sobre número de corderos nacidos vivos multiplicados por cien.

Cuadro 1. Composición de los suplementos minerales comerciales por mililitro.

Nombre Comercial	Ingredientes activos (mL ⁻¹)
Compol-ADE® Lapisa	Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI)
Fosel® Lapisa	P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI
Vifato® Lapisa	P 500 mg, Vit D 500.000 UI
Zimacal® Lapisa	Zn 6,70 mg, ,87 mg, Ca 7,95 mg

Vit=vitamina, P=fósforo, Se=selenio, Zn=zinc, g=magnesio, Ca=calcio.

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos, los datos de las variables continuas fueron analizados mediante el procedimiento PROC MIXED del SAS (Software V. 9.1, Cary, NC, USA). La comparación entre medias, cuando existieron diferencias, se realizó mediante la prueba de Tukey ($P=0,05$). Los resultados de las variables reproductivas (categóricas) se analizaron con una prueba de ji-cuadrada por medio del programa PROC FREQ del SAS (Software V. 9.1, Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo en ovejas de pelo

La media general del PNC fue de 3,60 kg, este resultado fue similar al reportado por González *et al.* (2003) y Ripoll-Bosch *et al.* (2012), quienes obtuvieron pesos al nacimiento de 3,60 y 3,50kg, respectivamente. A pesar de, en la literatura (Ampueda y Combellas, 2000; Dickson-Urdaneta *et al.*, 2004; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2008; Lucero *et al.*, 2011) se citan pesos inferiores al nacimiento (3,00kg) en corderos de raza de pelo.

En el presente experimento, los tratamientos no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) sobre el PNC.

En el Cuadro 2, se puede apreciar que los corderos en el tratamiento T3 fueron los más pesados (4,27 kg), mientras que los corderos que parieron las ovejas que recibieron el T4, fueron los más livianos (3,23 kg), esto probablemente debido a que en este tratamiento se registraron partos gemelares ocasionando que por cada

feto extra en el útero se reduce el número y peso de los cotiledones placentarios, generando así una mayor competencia de nutrimento (maternal y fetal) y espacio durante la gestación afectando el PNC (Baeza *et al.*, 2006). Existe una marcada diferencia en el comportamiento productivo de corderos procedentes de partos sencillos y aquellos nacidos de partos dobles o triples (Macedo y Arredondo, 2008).

Con relación a la GDP, se observó una media de 0,21 kg, este resultado puede considerarse como aceptable por tratarse de corderos de pelo. Sin embargo, Dickson-Urdaneta *et al.* (2004) encontraron que la GDP solo alcanzó 0,10 kg día⁻¹ en corderos West African.

Al igual que en el PNC, en la GDP los tratamientos no afectaron ($P > 0,05$) el comportamiento de los corderos (Cuadro2). Estos resultados son similares a los citados en la literatura (Mora *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2011), donde se menciona que la suplementación oral y/o parenteral de ciertos minerales no modificó el comportamiento de los corderos.

Por otro lado, estos resultados difieren de los reportados por Pechin *et al.* (2006) y Avilés-Nova *et al.* (2012) quienes mencionaron que la suplementación mineral mejoró la GDP, así como el comportamiento productivo en ovinos. De igual modo, la suplementación de Cu en cabritos mejoró la GDP y la respuesta inmunológica (Solaiman *et al.*, 2007). Similarmente, Barrios *et al.* (2013), evaluaron el efecto de la suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, obteniendo como resultados una correlación significativa entre el fósforo sérico y el incremento en la GDP de los animales. Para este estudio la suplementación parenteral de vitaminas y minerales no influyó en la GDP en

Cuadro 2. Comportamiento productivo en corderos de pelo (media \pm E.E.) nacidos de ovejas de pelo tratadas con suplementación parenteral de vitaminas y minerales.

Parámetro	Tratamientos			
	T1 (kg)	T2 (kg)	T3 (kg)	T4 (kg)
Peso nacimiento	3,34 \pm 0,29	3,58 \pm 0,42	4,27 \pm 0,18	3,23 \pm 0,15
Peso destete	11,25 \pm 0,95	12,31 \pm 0,98	14,26 \pm 1,15	11,90 \pm 1,09
Ganancia total	7,91 \pm 0,78	8,72 \pm 0,66	9,99 \pm 1,19	8,67 \pm 1,05
Ganancia diaria peso	0,19 \pm 0,02	0,21 \pm 0,02	0,24 \pm 0,02	0,20 \pm 0,02

T1=Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI); T2=T1+ P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI; T3=T1+P 500 mg, Vit D 500.000 UI; y T4=T1+ Zn 6.70 mg, Mg 9.87 mg, Ca 7.95 mg.

los corderos, debido a que probablemente el tiempo de disponibilidad de los minerales en el organismo no fue suficiente para cubrir las necesidades del animal.

Otra variable de estudio productiva, fue el PDC que registró una media de 12,43 kg. Montalvo *et al.* (2001) señalaron que valores como el registrado en este experimento, se encuentra dentro del rango de PDC (11,00 a 15,00 kg). Resultados ligeramente inferiores son mencionados por otros investigadores (Dickson-Urdaneta *et al.*, 2004; Lucero *et al.*, 2011). La media general obtenida en este trabajo fue inferior al reportado por Quintanilla (2013), quien obtuvo una media de 16,19 kg de PDC en condiciones similares.

Como se observa en el Cuadro 2, los corderos destetados por las ovejas del tratamiento 1 fueron los más livianos, con 11,25 kg de PDC, aunque las diferencias con respecto a los demás tratamientos no fueron significativas ($P > 0,05$), se pudiera sospechar que se debió a que en este tratamiento solo se aplicaron las vitaminas (Compol®). Mientras que los corderos de ovejas en el grupo T3, registraron el mayor PDC (14,26 kg), en este último tratamiento se observaron las mayores frecuencias de partos sencillos, observándose que los machos y las hembras pesaron 14,96 y 13,03 kg, respectivamente.

Con relación al comportamiento reproductivo de las ovejas de pelo, suplementadas con diferentes mezclas comerciales de vitaminas y minerales, se pudo observar que la media de PRO fue de 1,30 corderos parto⁻¹, con una variación de 1,22 a 1,41 corderos parto⁻¹, sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$; Cuadro 3).

La PRO encontrada en este estudio es menor a la reportada por Mireles *et al.* (2011) y Macedo y Castellanos (2004) quienes observaron PRO de 1,57 y 2,20 corderos parto⁻¹, pero similar a lo obtenido en corderas primíparas Pelibuey, en respuesta al efecto macho en condiciones de pastoreo en trópico (Ramón-Ugalde y Sanginés-García, 2002).

Barrios *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, parámetros reproductivos y productivos, obteniendo como resultados una correlación significativa entre el fósforo sérico y los índices reproductivos.

De igual modo, el PGE presentó una media general de 83,9% y una variación entre tratamientos de 75,0 a 91,6% sin que estas diferencias fueran significativas ($P > 0,05$). Resultados similares fueron observados para el PPA, dado que no se presentaron abortos, ni reabsorciones durante el desarrollo del trabajo (Cuadro 3). No obstante, estos valores fueron superiores a lo reportado por Barrios *et al.* (2013), quienes obtuvieron un PGE de 71,0 y 56,0% en animales que fueron suplementados con y sin minerales, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos en ovejas Pelibuey en pastoreo en el trópico bajo una suplementación fosforada, teniendo como resultado porcentajes de gestación de 78,2% para el grupo adicionado y para el grupo testigo un 76,4% (Cabrera *et al.*, 2001). Juchem *et al.* (2010) reportaron que la suplementación de sales de calcio incrementó la tasa de gestación. Sin embargo, en este estudio el comportamiento puede indicar que

Cuadro 3. Comportamiento reproductivo en ovejas de pelo con suplementación parenteral de vitaminas y minerales.

Parámetro	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Prolificidad (cordero parto ⁻¹)	1,4	1,3	1,2	1,3
Porcentaje de gestación (%)	85,7	83,3	75,0	91,6
Porcentaje de parición (%)	85,7	83,3	75,0	91,6
Porcentaje de destete (%)	100,0	84,6	100,0	100,0

T1=Vit A (500.000 UI); Vit D (75.000 UI); Vit E (50 UI); T2=T1+ P 9,93 mg, Se 0,45 mg, Vit D 6.000 UI, Vit E 25 UI; T3=T1+P 500 mg, Vit D 500.000 UI; y T4=T1+ Zn 6,70 mg, Mg 9,87 mg, Ca 7,95 mg.

no hubo pérdidas entre gestación y parición, probablemente debido a que en este tratamiento la asimilación del Zn, Mg, Ca, ayudó a mantener al feto ya que durante esta etapa, tanto la madre como el feto, son muy susceptibles a los desbalances de macro y micro minerales, susceptibilidad que resaltan Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008). Cabe indicar que resultados superiores fueron encontrados por Cseh *et al.* (2012) quienes encontraron porcentajes de pariciones para el grupo suplementado con óxido de magnesio del 100,0% y el grupo con restricción alimentaria fue del 91,0%.

Por último, PDE registró una media de 96,2%, con una variación de 84,6 a 100,0%, sin efectos significativos ($P > 0,05$) debido a tratamientos (Cuadro 3). Pero, Barrios *et al.* (2013), señalaron que la suplementación mineral *ad libitum* mejoró los parámetros reproductivos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo este experimento, se puede concluir que la suplementación mineral, vía parenteral, no influyó directamente sobre los parámetros productivos y reproductivos en ovejas de pelo en pastoreo. Es posible que existan otros efectos de minerales, los cuales no se mostraron debido al protocolo experimental.

LITERATURA CITADA

Ampueda, J. y J. Combellas. 2000. Estimación de la producción de leche en ovejas West

African. Producción Latina. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 535 p.

Avilés-Nova, F., P. Vázquez-Mendoza, O., Castelán-Ortega y A. García-Martínez. 2012. Uso de bloques nutricionales como suplemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15: 87-97.

Baeza-J., J., A. F. Mondragón, J. P. Ramón y R. F. Bores. 2006. Pesos al nacimiento y al destete de corderos Pelibuey y Blackbelly cruzados con Dorper y Katahdin e Ile de France. *Memorias, XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Veracruz, México, agosto*. 223. p.

Barrios, M., S. Espartaco, J. Borges y D. Sánchez. 2013. Efecto de una suplementación mineral sobre fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico. *Revista Electrónica de Veterinaria* 14: 1-14.

Cabrera Torres, E. J., A. F. Castellanos Ruelas, R. C. Montes Pérez y R. Delgado de León. 2001. Efecto de la suplementación fosforada sobre el comportamiento posparto de borregas Pelibuey en el trópico. *LivestockResearchfor Rural Development* 13(5):1-15.

Church, D. C., W. G. Pond y K. R. Pond. 2007. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Ed. Limusa. México. 635 p.

- Cseh, S. B., G. M. J. Rodríguez, A. Sciotti y C. M. Campero. 2012. Efecto de la suplementación con Mg sobre diversos parámetros en vacas con restricción alimentaria. *Archivos de Zootecnia* 61: 525-536.
- Dickson-Urdaneta, L., G. Torres-Hernández, M. D. Dáubetterre y B. O. García. 2004. Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 21: 59-67.
- Domínguez-Vara, I. A. y M. Huerta-Bravo. 2008. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el Valle de Toluca, México. *Agrociencia* 42: 173-183.
- González, R. A., M. M. Higuera, A. H. Hernández, B. P. Estrada, O. E. Gutiérrez, N. J. Colín, y R. E. Cienfuegos. 2003. Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de Pelo en el Noreste de México. *Livestock Research for Rural Development* 15: 1-12. Disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/12/gonz1512.htm>. [Mar. 03, 2015].
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., F. M. Regalado-Arrazola y J. Oliva-Hernández. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Revista Científica FCV-LUZ* 19:522-532.
- Juchem, S. O., R. L. A. Cerri, M. Villaseñor, K. N. Galvão, R. G. S. Bruno and H. M. Rutigliano. 2010. Supplementation with calcium salts of linoleic and transoctadecenoic acids improves fertility of lactating dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals* 45: 55-62.
- Lucero M., H., F. Briones E., F. A. Lucero M., J. Hernández M., S. P. Castillo R. y J. C. Martínez G. 2011. Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca Potosina, México. *Zootecnia Tropical* 29: 255-260.
- MacDonald, S. R. 2000. The role of zinc in growth and cell proliferation. *The Journal of Nutrition* 130:1500-1508.
- Macedo, R. y V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo y del tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia* 57:219-228.
- Macedo, R. y Y. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Revista de Investigación y Difusión Científica, Universidad de Colima* 8:39-50.
- McDowell, L. R. 2003. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2nd edition. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands. 644 p.
- Mireles, E. J., S. Rojas, T. Valencia, I. Gutiérrez y J. Olivares. 2011. Empadre controlado, distribución de partos y prolificidad en ovejas de pelo en el trópico seco de Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria* 12:1-13.
- Montalvo, M. P., G. T. Balam, J. R. Sanginés, G. J. Ramón y J. O. Ortiz. 2001. Crecimiento predestete de las cruces de la raza Pelibuey con las razas Dorper y Katahdin. Memoria, XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Conkal, Yucatán, México. 17 p.
- Mora, L. R. E., A. A. M. Herrera, C. M. J. García, C. F. Chicco y O. R. J. Pérez. 2010. Suplementación parenteral con cobre y zinc en bovinos Brahman en crecimiento en la región sur occidental de Venezuela. *Revista Científica, FCV- LUZ* 20: 519-528.
- Morales A., E., I. Domínguez V., M. González-Ronquillo, G. Jaramillo E., O. Castelán O., N. Pescador S., y M. Huerta B. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Técnica Pecuaria México* 45:329-344.
- Pechin, G. H., O. L. Sánchez y S. Cseh. 2006. Evaluación de dos formas de administración (bolos de liberación lenta vs. EDTA Cu inyectable) en la prevención de la deficiencia de cobre en bovinos de carne. *INTA Balcarce, Provincia de Buenos Aires* 8:1515-1883.

- Quintanilla M., J. J. 2013. Comportamiento productivo de razas de pelo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 68 p.
- Ramón-Ugalde, J. P. y J. R. Sanginés-García. 2002. Respuesta al efecto macho de primaras Pelibuey en condiciones de pastoreo y suplementación en el trópico. *Técnica Pecuaria México* 40(3):309-317.
- Ripoll-Bosch, R., D. Villalba, I. Blasco, S. Congost, F. Faló, R. Revilla y M. Joy. 2012. Caracterización productiva de la raza Ojinegra de Teruel: ¿Es la explotación un factor determinante?. *Información Técnica Económica Agraria* 108:275-288.
- Rodríguez A., L. C., G. D. Mendoza M., N. Mota S., A. I. Osorio T., H. Lee R. y P. A. Hernández G. 2011. Efecto del selenio y cromo orgánicos sobre el comportamiento ovino en finalización. *Revista Científica FCV-LUZ* 21: 152-155.
- Solaiman, S. G., T. J. Craig, G. Reddy and C. E. Shoemaker. 2007. Effect of high levels of Cu supplement on growth performance, rumen fermentation, and immune responses in goat kids. *Small Ruminant Research* 69:115–123.
- Turriza–Chan, J. L., A. F. Castellanos–Ruelas, J. G. Rosado–Rubio, M. Heredia Aguilar y E. Cabrera–Torres, 2010. Diagnóstico de la concentración mineral en tejido óseo de ovinos en pastoreo en el Estado de Yucatán, México. *Agrociencia* 44: 471-480.
- Underwood, E. J. y N. F. Suttle 2003. Los minerales en la nutrición del ganado. 3^{era} edición. Editorial ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España. 637 p.
- Viñoles, C., G. Forsberg, G. Banchemo and E. Rubianes. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science* 74: 539-545.

Efectos genéticos y no genéticos sobre el intervalo entre partos de cerdas Duroc, Hampshire y sus cruces recíprocos

Genetics and non-genetics effects on farrowing interval of Duroc, Hampshire sows and their reciprocal crosses

Rafael Galíndez* y Félix Pulido

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela. Correo electrónico: galindezr@agr.ucv.ve, galindez70@yahoo.com.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del grupo racial y de algunos factores no genéticos sobre el intervalo entre partos (IEP) en cerdas de las razas Duroc (D), Hampshire (H) y sus cruces recíprocos. Se usaron 4008 registros provenientes de un centro genético porcino del estado Yaracuy. Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento de máxima verosimilitud restringida, incluyendo en el modelo los efectos fijos: grupo racial de la cerda (GR= D, H, D*H, y H*D), período de parto (PP= 1, 2), mes de parto (MP= enero, ..., diciembre), número de parto (NP= 1, ..., 6 o más), las interacciones GR*PP, MP*PP, PP*NP y la covariable duración de la lactancia. El promedio ajustado para el IEP fue de 148,37 \pm EE 0,44 días. Las cerdas D y H*D tendieron a reducir el IEP en los lapsos de tiempo analizados. Las interacciones mes de parto*período de parto y número de parto*período de parto resultaron significativas, observándose una tendencia de mejor comportamiento reproductivo en los meses secos y hembras adultas. Por otra parte, a medida que se alargó la duración de la lactancia el IEP aumentó ($\beta_1 = 0,55$). Además, el efecto heterótico resultó de baja magnitud (- 0,20 %). Se determinó que las cerdas que provienen de madres D tuvieron un comportamiento superior en los periodos de tiempo analizados, asimismo, es posible esperar variaciones importantes en el desempeño reproductivo de las cerdas debido a efectos no genéticos.

Palabras claves: factores ambientales, genética, heterosis, productividad, reproducción.

ABSTRACT

The object of this investigation was evaluate the effect of breed group and some non-genetic factors on farrowing interval (IEP) in Duroc (D), Hampshire (H) sows and their reciprocal crosses. A total of 4 008 records from a genetic center pig located in the Yaracuy state, were analyzed. An analysis of variance with unequal number of observations using the restricted maximum likelihood procedure was made, including in the model the fixed effects of: breed group of the sow (GR= D, H, D*H and H*D), farrowing period (PP= 1, 2), farrowing month (MP= January, ..., December), farrowing number (NP= 1, ..., 6 or more), the interactions GR*PP, MP*PP, NP*PP and the covariate lactation length. The adjusted mean for IEP was 148.37 \pm EE 0.44 days. D and H*D sows tended to reduce the IEP in the analyzed time period. The interaction farrowing month*farrowing time period and farrowing number*farrowing time period were significant, observing a better reproductive performance trend in the dry month and adult female. On the other hand, the lactation length increased as the IEP also increased ($\beta_1 = 0.55$). In addition, the heterosis was low in magnitude and negative (- 0.20 %). Determined that sows that came of mothers D that had a better performance, however, major variations in the reproductive performance of sows are mainly due to the non-genetic effects.

Key words: environmental effects, genetics, heterosis, productivity, reproduction.

INTRODUCCIÓN

Hasta la década de los años sesenta del siglo XX predominaron en Venezuela los sistemas de producción extensivos de cerdos, caracterizados por la utilización de animales criollos. Para finales de la misma década comenzaron las importaciones de material genético con el consecuente desplazamiento de los cerdos criollos por razas exóticas, entre las cuales se destacaron Landrace, Yorkshire, Duroc, Hampshire y Chester White, entre otras (Vecchionacce y González, 2002). El uso de estas razas mejoradas obligó a los poricultores a utilizar sistemas de producción intensivos, ya que estos animales se caracterizan por su elevada eficacia reproductiva (Buxadé, 1996). El manejo reproductivo tiene gran importancia en la producción porcina, por ser la reproducción el pilar fundamental de la moderna Zootecnia.

En las unidades de producción porcina la productividad se determina a través del número de lechones que la cerda desteta durante el año (López *et al.*, 2009). Por otra parte, uno de los parámetros reproductivos de mayor importancia es el intervalo entre partos (IEP), ya que éste es un indicador del buen o mal manejo que se realiza en la granja porcina (Ramírez y Segura, 1991). El intervalo entre partos no es más que el número de días transcurrido de un parto a otro y está comprendido por los días de gestación, la duración de la lactancia y el intervalo destete cubrición; de estos factores los dos últimos pueden ser modificados por el poricultor. Por ende, las técnicas utilizadas para lograr disminuir el intervalo entre partos, sin duda presentan un interés comercial notable (Gordon, 1997). En algunos estudios realizados se han reportado valores de IEP que van de 140 a 216 días (Ramírez y Segura, 1991; Roehe y Kennedy, 1995; Valecillo y Alvarado, 1999; González *et al.*, 2002; Ortiz *et al.*, 2004; Llanes *et al.*, 2007; Torres y Hurtado, 2007; Xec, 2008)

La expresión fenotípica de una característica depende de la base genética con la que cuenta el individuo, los factores ambientales y su interacción. Algunos autores señalan que el efecto del grupo racial de la cerda no fue significativo (Ramírez y Segura, 1991; Valecillo y Alvarado, 1999). Además, uno de los factores no genéticos que más se ha estudiado es el

año de parto, generando diferencias que van desde 3 hasta 13 días (Amador, 1990; Ramírez y Segura, 1991; Valecillo y Alvarado, 1999). Asimismo, la época o estación del año es un factor ambiental incluido dentro de los análisis (Valecillo y Alvarado, 1999; González *et al.*, 2002; Ortiz *et al.*, 2004). El número de parto ha generado diferencias que van desde 6 hasta 69 días (Ramírez y Segura, 1991; Valecillo y Alvarado, 1999; Ortiz *et al.*, 2004). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos genéticos y no genéticos que influyen en el intervalo entre partos de cerdas Duroc, Hampshire y sus cruces recíprocos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 4.008 registros reproductivos correspondientes a los años de 1989 a 2006, provenientes de una granja porcina ubicada en el municipio José Antonio Páez del estado Yaracuy, Venezuela. Zona caracterizada por precipitación media anual de 988,4 mm, humedad relativa de 75,7%, temperatura media anual de 26,2 °C, máxima de 31 °C y mínima de 21,3 °C (USICLIMA, 2012).

A los lechones se les suministró hierro, se les cortó la cola y colmillos, desparasitó y se les aplicó cinco vacunas contra las enfermedades locales comunes, haciendo lo propio en animales adultos.

Los animales consumieron alimento balanceado producido localmente. En éste centro se realizó un manejo reproductivo con estricto control, se utilizó inseminación artificial, la preñez se diagnóstico con ultrasonido, descartando las cerdas que no quedaban gestantes con dos servicios.

Para disminuir el grado de desbalance de los datos, estos se agruparon por año de parto de las cerdas. El primer período estuvo conformado por los años de 1989 a 1994 y el segundo período de 1995 a 2006. El número de parto se agrupó en seis categorías (1,..., 6 o más).

Se probaron todas las interacciones posibles de primer grado, tomando en cuenta en el modelo solo aquellas que fueron significativas ($P < 0,05$). La regresión cuadrática no se consideró en el modelo final debido a que su influencia resultó no significativa ($P > 0,05$).

Se llevó a cabo un análisis de varianza utilizando el procedimiento de máxima verosimilitud restringida (Proc Mixed), con el programa estadístico SAS (Littell *et al.*, 2002), basado en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + GR_i + MP_j + PP_k + NP_l + (GR*PP)_{ik} + (MP*PP)_{jk} + (PP*NP)_{kl} + b_1DL_{ijklm} + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = intervalo entre partos de la cerda de grupo racial "i", en el mes de parto "j", en el periodo de parto "k", con número de parto "l", ajustado por la regresión lineal de la duración de la lactancia.

μ = media teórica de la población.

GR_i = efecto del grupo racial de la cerda (i = D, H, D*H, H*D).

MP_j = efecto del mes de parto de la cerda (j = enero,..., diciembre).

PP_k = efecto del periodo de parto de la cerda (k = 1989 – 1994, 1995 – 2006).

NP_l = efecto del número de parto de la cerda (k = 1, 2, 3, 4, 5 y ≥ 6).

$(GR*PP)_{ik}$ = efecto de la interacción grupo racial*período de parto de la cerda.

$(MP*PP)_{jk}$ = efecto de la interacción mes de parto*período de parto de la cerda.

$(PP*NP)_{kl}$ = efecto de la interacción período de parto*número de la cerda.

β_1DL_{ijklm} = coeficiente de regresión lineal del intervalo entre partos sobre la duración de la lactancia.

e_{ijklm} = residual con media cero y varianza " σ^2 " normal e independientemente distribuida.

Se estimó la heterosis mediante la fórmula (Campos, 1999):

$$\% \text{ Heterosis} = \frac{X_{\text{cruces}} - X_{\text{puros}}}{X_{\text{puros}}} * 100$$

Se efectuó una prueba de "t" Student para las diferencias entre los promedios ponderados, así como también para la heterosis (Steel *et al.*, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la estadística descriptiva para el intervalo entre partos (IEP). Los promedios ajustados y no ajustados son inferiores a los reportados por Ramírez y Segura (1991), Roehe y Kennedy (1995), Valecillo y Alvarado (1999), González *et al.* (2002), Llanes *et al.* (2007), Torres y Hurtado (2007), Xec (2008) y Muñoz (2010). No obstante, Ortiz *et al.* (2004) reportaron un valor promedio de IEP inferior al obtenido en el presente estudio (140,39 días).

El IEP depende del periodo de gestación, duración de la lactancia y los días no productivos (Babot, 1997; Ortiz *et al.*, 2004; Llanes *et al.*, 2007).

El número de partos/cerda/año (PCA) está influido por el IEP. Por ello, es importante reducir el IEP y los días no productivos para aumentar el PCA (Babot, 1997; Ortiz *et al.*, 2004; Llanes *et al.*, 2007). El promedio de PCA del presente estudio es superior al reporte de González *et al.* (2002) e inferior al reporte de Llanes *et al.* (2007), posiblemente sea debido a una mayor duración de los días no productivos, puesto que la duración de la lactancia en ambos trabajos es similar (21). Por otra parte, el valor de PCA se ubicó en el rango de 2,4 a 2,6 considerado favorable (Muñoz, 2010).

Efecto de la interacción grupo racial de la cerda*período de parto

El efecto de la interacción grupo racial de la cerda*período de parto resultó significativa; por tal motivo y a pesar de que los efectos principales de grupo racial y periodo de parto fueron estadísticamente importantes, se discute la interacción, ya que ésta refleja la relación entre los dos efectos principales considerados. En el Cuadro 2, se observan los cambios en magnitud del IEP entre periodos para todos los grupos raciales. Los grupos raciales D y H*D tendieron a reducir el IEP entre periodos de parto, mientras que, los grupos raciales restantes se comportaron de manera inversa, al incrementarse el IEP en los periodos considerados (Cuadro 2).

Es importante recalcar que la magnitud de las diferencias entre los grupos raciales, cuando se comparan los periodos de tiempo analizados, difiere en todos los casos; como ejemplo, la

Cuadro 1. Estadística descriptiva para el intervalo entre partos en cerdas de las razas Duroc, Hampshire y cruces recíprocos.

Indicador	Valor
Número de registros	4008
Promedio no ajustado (días)	148,65
Error Estándar	0,22
Promedio ajustado (días)	148,37
Error Estándar	0,44
Desviación estándar (días)	13,97
Coefficiente de variación (%)	8,21
Número de partos/cerda/año	2,40

Cuadro 2. Efecto de la interacción grupo racial*período de parto sobre el intervalo entre partos en cerdas de las razas Duroc (D), Hampshire (H) y sus cruces recíprocos.

Grupo racial	n*	1986- 1994		1995 - 2006	
		Promedio (días)	EE ¹	Promedio (días)	EE ¹
D	2893	149,9	0,67	144,7	0,30
H	600	151,6	0,80	154,5	0,78
D*H	252	148,2	1,10	149,8	1,10
H*D	263	149,8	1,10	147,0	1,20

*n: número de registros analizados.

1: error estándar de la media.

diferencia entre D y H en el primer periodo es de 1,7 incrementándose a 9,7 días para el segundo lapso de tiempo (Cuadro 2).

Asimismo, es importante señalar que se observaron cambios en el orden de mérito, es decir, para el primer periodo de parto las cerdas D*H mostraron un mejor desempeño reproductivo, aunque éste valor resultó similar al registrado por las cerdas del cruce H*D (P= 0,455) y las cerdas D (P= 0,165), no obstante, la diferencia con respecto a las cerdas del grupo H resultó altamente significativa (P= 0,0016) y fue de 3,4 días. También, para el segundo periodo las cerdas D fueron las que mostraron superior

comportamiento en cuanto al IEP, aunque estadísticamente similar (P= 0,074) a las cerdas H*D, sin embargo, se observaron diferencias de 5,1 días (P= 0,0000) y de 9,7 días (P= 0,0000) con las cerdas D*H y H, respectivamente. Los dos aspectos anteriormente discutidos evidencian los disímiles comportamientos de los grupos raciales, en los distintos periodos estudiados, lo que indica la existencia de la interacción genotipo*ambiente (Reis y Lobo, 1991).

En los grupos raciales D y H*D se puede aseverar que hubo una disminución de los fallos reproductivos al pasar los años (periodos de tiempo), lo que derivó en mayor fertilidad y, por

supuesto, reducción de los días no productivos (Jiménez *et al.*, 2012); por tanto, el uso de madres D y H*D probablemente sea favorable para reproducción, en vista de su respuesta positiva a los avances en materia tecnológica, alimenticia y sanitaria.

Efecto de la interacción mes de parto*período de parto

Para el mes de parto se presentó una situación similar al grupo racial de la cerda, debido a que este factor interaccionó con el periodo de parto; por ello, la discusión igualmente se basa en la interacción y no en el efecto principal de las variables. El efecto de ésta interacción sobre el IEP fue altamente significativo, coincidiendo con el reporte de Ramírez y Segura (1991). Los valores promedio de IEP mostrados en el Cuadro 3, indican el comportamiento reproductivo de las cerdas a lo largo del año en cada período analizado, observándose cambios de posiciones y en la magnitud de las diferencias entre los promedios de los lapsos de tiempo (años) en los diferentes meses de estudio. Es importante destacar, la reducción del IEP en el segundo periodo en los meses de abril, junio y octubre de 4,16% (6,16 días), 2,28% (3,4 días) y 2,61% (3,89 días) respectivamente, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Los cambios en la amplitud de las diferencias y en las posiciones, reflejan el efecto de la interacción. Es evidente que ocurrieron variaciones en la respuesta productiva en los meses cuando se comparan entre un periodo y otro, las cuales pueden deberse a la alimentación, tecnología, sanidad y pautas de manejo aplicadas; pero, tal y como lo expresaron Ordaz *et al.* (2013), es muy difícil identificar y explicar algún efecto particular con precisión.

Para el primer período se observó una tendencia de reducción de los intervalos entre partos en los meses que corresponden a la época seca, este comportamiento pudiera deberse a que las cerdas durante estos meses tienen condiciones favorables para la gestación, ya que la probabilidad de sufrir enfermedades disminuye en comparación a los meses lluviosos en los cuales ocurre la mayor exposición a agentes causales de estas y que pueden ocasionar stress en las cerdas (Baranenko, 2006). No obstante,

este resultado contradice a lo reportado por Valecillo y Alvarado (1999) y Fuentes *et al.* (2006) quienes señalan que las cerdas tienden a mejorar su desempeño reproductivo en la época de lluvia, ya que son los meses más frescos, lo que favorece el consumo de alimento de estas. Para el segundo período las diferencias no son tan evidentes, observándose que los mayores IEP ocurrieron en mayo y septiembre.

Cabe destacar, que las variaciones que puedan ocurrir en el comportamiento reproductivo de las hembras durante el año, no solo depende de las variaciones de las condiciones climáticas, sino del manejo integral (genética, sanidad, alimentación, etc.) que se proporcione al rebaño, el cual en esta unidad de explotación porcina es intensivo y se ve reflejado en el promedio general de IEP obtenido. En este sentido, es probable que el buen manejo y mejoras tecnológicas introducidas a través de los años, este reduciendo los intervalos reproductivos equiparándolos durante todo el año.

Efecto de la interacción número de parto*período de parto

El valor promedio de IEP durante los dos períodos estudiados tiende a disminuir a medida que la hembra va entrando en su etapa más adulta; pese a, la tendencia no es constante, tal como se observa en el Cuadro 4. En las cerdas primerizas se obtuvieron mejores valores promedios de IEP en el segundo período, está reducción alcanzó 3,97% (6,34 días). Las cerdas de segundo y quinto parto, prácticamente mostraron el mismo comportamiento durante los dos lapsos de tiempo; sin embargo, para las cerdas de 4 y 5 partos el IEP se incrementa durante el segundo período.

La mayoría de los autores coinciden en señalar una reducción del IEP con el aumento del número de pariciones, atribuyéndolo al desarrollo que alcanzan las cerdas, producto de una mejor distribución de los nutrientes. Las cerdas primerizas deben distribuir la energía y otros nutrientes consumidos entre sus requerimientos para el crecimiento, reproducción, gestación y lactancia, mientras que las hembras múltiparas detienen su crecimiento y distribuyen los nutrientes consumidos en una menor cantidad de procesos fisiológicos (Galíndez, 2004).

Cuadro 3. Efecto de la interacción mes de parto*período de parto sobre el intervalo entre partos en cerdas de las razas Duroc, Hampshire y sus cruces recíprocos.

Mes de parto	n*	1986- 1994		1995 - 2006	
		Promedio (días)	EE ¹	Promedio (días)	EE ¹
Enero	350	149,22	1,32	148,23	0,86
Febrero	304	146,51	1,50	146,72	0,91
Marzo	346	147,18	1,44	148,91	0,85
Abril	354	153,65	1,33	148,24	0,84
Mayo	377	150,85	1,19	150,50	0,89
Junio	323	151,71	1,37	149,19	0,91
Julio	321	150,11	1,28	148,52	0,94
Agosto	311	148,79	1,39	149,67	0,90
Septiembre	273	148,28	1,61	150,59	0,94
Octubre	325	153,04	1,25	149,52	0,93
Noviembre	332	151,79	1,24	149,54	0,94
Diciembre	392	147,62	1,10	148,72	0,89

*n: número de registros analizados.

1: error estándar de la media.

Cuadro 4. Efecto de la interacción número de parto*período de parto sobre el intervalo entre partos en cerdas de las razas Duroc, Hampshire y sus cruces recíprocos.

Número de parto	n*	1986- 1994		1995 - 2006	
		Promedio (días)	EE ¹	Promedio (días)	EE ¹
1	1181	159,37	0,72	153,03	0,64
2	931	150,03	0,78	150,10	0,67
3	717	150,50	0,85	148,93	0,72
4	494	146,95	1,02	148,23	0,79
5	327	147,03	1,38	148,01	0,87
≥6	358	145,50	2,40	145,88	0,71

*n: número de registros analizados.

1: Error estándar de la media.

Además, Ortiz *et al.* (2004) señalan que las cerdas primerizas tienden a incrementar su intervalo destete servicio, debido a que son más susceptibles a sufrir fallos reproductivos (repeticiones de celo), lo cual se traduce en un incremento del IEP.

Pese a, el cambio de orden entre el tercer y cuarto parto en el IEP coincide con los reportes de la literatura (Mendoza y Ortega, 2009; Ordaz *et al.*, 2013), quienes hacen referencia a la dificultad de explicar la variable año combinada al número de parto. Este resultado deja en evidencia la interacción que existe entre estos dos factores, tal como lo señalan Reis y Lobo (1991).

Efecto de la duración de la lactancia

El efecto ($P < 0,01$) de la duración de la lactancia (DL) sobre el IEP se cuantificó en $\beta_1 = 0,55$ (ee= 0,04). Este resultado indica que al aumentar el período de amamantamiento se prolonga el IEP de las cerdas, coincidiendo con las investigaciones de Xue *et al.* (1993), Xec (2008) y Ordaz *et al.* (2013). El alimento ingerido por la cerda influye sobre DL; ya que, en ésta etapa puede sobrevenir pérdida de peso corporal, como consecuencia de la remoción de grasa, para aumentar asimismo, el contenido lipídico de la leche, lo que incide de manera negativa sobre los intervalos reproductivos (Koketsu *et al.*, 1997; Cavalcante *et al.*, 2008; Ordaz *et al.*, 2013).

Heterosis

El valor de la heterosis fue negativo ($- 1,2 \%$) y estadísticamente significativo, lo que permite inferir que el comportamiento reproductivo de las cerdas cruzadas sea mejor que el de las cerdas puras, coincidiendo con el resultado obtenido por Segura (1996), quien encontró constantes de heterosis negativas aunque estadísticamente no significativas en cerdas de las razas Duroc, Hampshire, Landrace, Yorkshire y sus cruza. Es importante señalar que cuando el índice de herencia para una característica es bajo, como es el caso del IEP, la heterosis permite un mejor aprovechamiento de la combinación de genes de razas distintas (Cassady *et al.*, 2002). La teoría coincide con el reporte de Ordaz *et al.* (2013), quienes sostienen que las cerdas cruzadas poseen mayor espesor de grasa dorsal, por

tanto, el efecto negativo de la pérdida de peso sobre los intervalos reproductivos es menor. A pesar de, las variaciones encontradas en el presente estudio, posiblemente obedezcan a influencias ambientales, dada la baja magnitud de la heterosis, la cual refleja el efecto no aditivo de los genes.

CONCLUSIONES

Se comprobó la influencia de la interacción genotipo*ambiente sobre el IEP. De manera general las cerdas D y H*D tendieron a reducir los lapsos reproductivos. Asimismo, la interacción entre el mes y período de parto resultó significativa, observándose que aunque los menores IEP se presentaron en meses distintos durante los períodos de tiempo analizados, la tendencia es a reducción del IEP en los meses secos. Similarmente se observó un efecto conjunto del número de parto y el período de parto, evidenciándose un mejor comportamiento de las hembras adultas. Pero, es posible que el efecto no aditivo de los genes sea de poca importancia en este caso debido a la baja magnitud con la que se presentó el efecto heterótico; es por ello que se hace indispensable el uso de las buenas prácticas de manejo en las unidades de producción con la finalidad de reducir el efecto negativo que el ambiente pudiese estar ejerciendo sobre el comportamiento reproductivo de las cerdas.

LITERATURA CITADA

- Amador, M. 1990. Estudio sobre parámetros productivos y reproductivos en una piara comercial del valle central en la provincia de San José. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Heredia, Costa Rica (Resumen). Disponible en línea: <http://www.ots.ac.cr/bnbt/14827.html>. [May. 05, 2010].
- Babot, D. 1997. Evaluación genética de reproductores porcinos en poblaciones abiertas. Tesis Doctoral. Departament de Producció Animal, Universitat de Lleida, España. 69 p.
- Baranenko, J. 2006. Prevalencia de ecto y endoparásitos en cerdas gestantes y lactantes bajo cuatro sistemas de manejo.

- Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 79 p.
- Buxadé, C. 1996. Zootecnia, Bases de Producción Animal. Porcinocultura Intensiva y Extensiva. Vol. 6. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 382 p.
- Campos, J. 1999. Melhoramento Genético Aplicado a la Produção Animal. Fep. MVZ. Editorial Belo Horizonte. Belo Horizonte, Brasil. 493 p.
- Cassady, J., L. Young y K. Leymaster. 2002. Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. *J. Anim. Sci.*, 80: 2303 – 2315.
- Cavalcante, A., J. Frederico, J. Rocha, M. Ribeiro, J. Costa e H. Tonhati. 2008. Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmamecio de fêmeas suínas. *Rev. Bras. Zootec.*, 37(11): 1953 – 1958.
- Fuentes, M., L. Pérez, Y. Suárez y M. Soca. 2006. Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. *REDVET VII(1)*: 1 – 36. Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>. [Ene. 25, 2014].
- Galíndez, R. 2004. Sobrevivencia de lechones y tamaño de camada hasta el destete en dos granjas comerciales. Tesis de Postgrado. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinaria, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 83 p.
- González, C., I. De Armas, C. Paz, G. Guevara y Y. Tamayo. 2002. Influencia del número de partos y la época del año sobre indicadores reproductivos en una unidad porcina. *Rev. Prod. Anim.* 14: 269 – 271. Disponible en línea: <http://www.reduc.edu.cu/147/02/1/14702115.pdf>. [Feb. 15, 2013].
- Gordon, I. 1997. Reproducción Controlada del Cerdo. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 267 p.
- Jiménez, E., R. Mateus, C. Alfaro y A. Passos. 2012. Relación del estado fisiológico de ovarios de cerdas con la causa del descarte en dos granjas de Costa Rica. *Rev. Cien. FCV-LUZ*, XXII (4): 341 – 347.
- Koketsu, Y., G. Dial and V. King 1997. Influence of various factors on farrowing rate on farms using early weaning. *J. Ani. Sci.*, 75: 2580 – 2587.
- Llanes, J., A. López, J. Segura, M. Álvarez y G. Góngora. 2007. Porcentaje de gestación y prolificidad de cerdas en el trópico utilizando las técnicas de inseminación artificial convencional e intrauterina. *LRRD 19:10*. Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd19/10/llan19145.htm>. [May. 05, 2010].
- Littell, R., G. Milliken, W. Stroup and R. Freud. 2002. SAS for Linear Models. 4ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 633 p.
- López, A., A. Saballo, I. Medina, Y. Márquez y A. Márquez. 2009. Perfil sérico de la hormona luteinizante, folículo estimulante y 17 β -Estradiol en cerdas Landrace*Large White durante el pre-parto, lactancia y postdestete. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*, 50: 43 – 51.
- Mendoza, U y R. Ortega. 2009. factores genéticos y ambientales que influyen el intervalo destete-servicio en cerdas. *Rev. Comp. Prod. Porc.* 16(2): 103 – 109. Disponible en línea: http://www.iip.co.cu/RCPP/162/162_03artUMendoza.pdf. [Mar. 24, 2014].
- Muñoz, C. 2010. Evaluación de la eficiencia reproductiva de cerdas en un plantel intensivo de la zona central de Chile. Tesis MV. Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. 29. Disponible en línea: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fvm9711e/doc/fvm9711e.pdf>. [Nov. 11, 2012].
- Ordaz, G., A. Juárez, A. García, R. Pérez y R. Ortiz. 2013. efecto del número de parto sobre los principales indicadores reproductivos de las cerdas. *Rev. Cien. FCV-LUZ*, XXIII(6): 511 – 519.

- Ortíz, R., R. Ortega y J. Becerril. 2004. Efectos ambientales en cerdas sometidas a lactancias de 12 y 21 días en México. Características de la productividad. Revista Computadorizada de Producción Porcina. Disponible en línea: http://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cipav.org.co%2FRevCubana%2Ffullart%2F1103%2F110305.doc&ei=_RJDU8SnF8mpsQSbvoC4DA&usg=AFQjCNFIG08FYPgSC18XGjVc9f8v9nbITw&bvm=bv.64125504,d.cWc&cad=rja [Jul. 30, 2010].
- Ramírez, R. y J. Segura. 1991. Factores que afectan el período de gestación e intervalo entre partos en una piara comercial al noreste de México. LRRD 3:2. Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd3/2/segura.htm>. [Ago. 02, 2010].
- Reis, C. e R. Lobo. 1991. Interações genotipo – ambiente nos animais domésticos. Grafica e editora FCA. Ribeirão Preto, Brasil. 194 p.
- Roehe, R. and B. Kennedy. 1995. Estimation of genetic parameters for litter size in Canadian Yorkshire and Landrace swine with each parity of farrowing treated as a different trait. J. Anim. Sci., 73:2959 – 2970.
- Segura, J. 1996. Estimación de efectos genéticos aditivos y de heterosis para el intervalo entre partos de cerdas en condiciones tropicales (Resumen). Agrocienza, 30: 7.
- Steel, R., J. Torrie and D. Dickey. 1997. Principles and Procedure of Statistics: A Biometrical Approach. 3rd ed. McGraw Hill Series in Probability and Statistics. USA. 666 p.
- Torres, D. y V. Hurtado. 2007. Análisis de parámetros de desempeño zootécnico en la fase de cría en una porcícola comercial del departamento del Meta. Revista Orinoquia 11: 59-65. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/pdf/896/89611206.pdf>. [Jul. 30, 2012].
- USICLIMA. Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente. 2012. Resumen de datos mensuales. Estación de Yaritagua, Estado Yaracuy. Servicio de Climatología Agrícola. Facultad de Agronomía -UCV. Versión digital (CD).
- Valecillo, A. y O. Alvarado. 1999. Efecto del vigor híbrido sobre el comportamiento reproductivo en cerdas de las razas Landrace, Yorkshire, Duroc, en un sistema de explotación intensiva. Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía, Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. 91 p.
- Vecchionacce, H. y C. González. 2002. Evolución de la producción porcina en Venezuela. Aspectos del mejoramiento animal. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera. Trujillo (ULA – Trujillo). Disponible en línea: <http://www.sian.info.ve/porcinos/congresos/XIcongreso/hiram.htm>. [Jul. 30, 2010].
- Xec, A. 2008. Implicaciones Reproductivas, Fisiológicas y Económicas del Tiempo de Destete en Cerdos. Tesis de Ing. Agr. Universidad EARTH. Costa Rica. 22 p.
- Xue, J., D. Dial, E. Marsh, R. Davies y H. Momonth. 1993. Influence of lactation length on sow productivity. Livest. Prod. Sci., 34: 253 – 265.

Integrated Pest Management to control *Varroa destructor* and its implications to *Apis mellifera* colonies

Manejo Integrado de Plagas para el control de *Varroa destructor* y sus implicaciones para las colonias de *Apis mellifera*

Sergio R. Ruffinengo¹, Matías D. Maggi^{2,3*}, Jorge A. Marcangeli², Martín J. Eguaras^{2,3}, Judith Principal⁴, Carlos Barrios⁴, Fiorella De Piano⁵, Mitton, Giullia⁶

¹Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Apicultura. Balcarce, Argentina.

²Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Laboratorio de Artrópodos. Mar del Plata, Argentina. ³CONICET. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina. ⁴Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Ciencias Veterinarias. Estación de Apicultura. Lara, Venezuela.

⁵Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). ⁶Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). email: biomaggi@gmail.com

ABSTRACT

Integrated Pest Management (IPM) is a pest management system that, in the socioeconomic context of farming systems, the associated environment and the population dynamics of the pest species, utilizes all suitable techniques in a compatible manner as possible to maintain the pest population levels below those causing economic injury. This article covers the principal aspects of the interaction between *Apis mellifera* and *Varroa destructor* and it describes the classical control forms applied to reduce the mite negative impact on colonies. Some examples of IPM activities that have been done to control this parasite in the southeast of Buenos Aires province, Argentina have shown good results. Several products worldwide have shown good effectiveness as well. Nevertheless, there are certain risks and hazards inherent to their use, such as: their negative impact on human health, resistance phenomena, loss of beneficial insects and native fauna, environmental pollution and drug residues in the hive products harmful for human consumption. The development of acaricide resistance in *V. destructor* populations and the possibility of incorporating contaminants in colonies by means of this type of treatment have promoted the addition of new molecules to minimize these disadvantages. The application of organic acids, essential oils and their components have become a worthwhile alternative. It can be concluded that to achieve an integrated management of *V. destructor* entails a change of mind for beekeepers and the active participation of all actors involved in the beekeeping sector to promote scientific activities aimed to discovering and developing new tools to be incorporated in an IPM Program against *V. destructor*.

Key words: *Apis mellifera* colonies, *Varroa destructor*, Integrated Pest Management, synthetic acaricides.

RESUMEN

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un sistema de manejo que en el contexto socioeconómico de los sistemas agrícolas, asociado al ambiente y a la dinámica poblacional de las especies plaga, utiliza las técnicas apropiadas de una manera compatible para mantener, las poblaciones de la plaga por debajo de los niveles que causan daño económico. Este artículo cubre los principales aspectos de la interacción entre *Apis mellifera* y *Varroa destructor* y describe las formas clásicas de control aplicadas para reducir el impacto del ácaro en las colonias. Algunos ejemplos de las actividades de manejo integrado de plagas realizadas para controlar este parásito en el Sureste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, mostraron buenos resultados. Existen algunos productos acaricidas de síntesis en el mundo, que presentaron buena efectividad. Sin embargo, el desarrollo de resistencia a los acaricidas en poblaciones de *V. destructor* y la posibilidad de incorporación de contaminantes en las colonias por este tipo de tratamientos, se han transformado en cuestiones de gravedad. Esto ha promovido la búsqueda de nuevas moléculas para minimizar estas desventajas. Ácidos orgánicos, aceites esenciales y sus componentes se han convertido en una valiosa alternativa. El éxito de la implementación de herramientas para el Manejo Integrado de *Varroa* involucra un cambio de mentalidad en los apicultores y la participación activa de todos los actores del sector apícola, para promover actividades científicas que ayuden a desarrollar nuevas alternativas para ser incorporadas en Programas Regionales de Manejo Integrado de esta parasitosis.

Palabras clave: Colonias de *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, manejo integrado de plaga, acaricidas sintéticos.

INTRODUCTION

The sexual reproduction of many crops and most wild plants depends on animal pollination by insects, birds, and bats, among others. Insects play the most important role in this respect (Klein *et al.*, 2007). Among them, solitary and social bees provide the greatest contribution to the development of angiosperms (Brown and Paxton, 2009). This is explained in part, by the massiveness and homogeneity of modern agriculture, due to which most crops depend on honeybee-mediated pollination (Aizen *et al.*, 2008). Even though global trends seem to indicate that bee population is growing (Aizen *et al.*, 2009), there is strong evidence that a marked decline in pollinator populations has taken place in different parts of the world (Biesmeijer *et al.*, 2006).

The European honeybee *Apis mellifera* L. (Figure 1) is the most important crop pollinator, with an exhaustively studied biology. Its distribution is wide, spanning from Europe all the way to Africa and Asia (Smith, 1991). Currently it can also be found in America, owing to colonies transfer by beekeepers for production purposes (Delaplane and Mayer, 2000). The relevance of *A. mellifera* for humanity lies in its being responsible for pollinating 77% of the food resources that sustain human population worldwide (Buchmann and Nabhan, 1996). However, as social individuals, colonies exert a double attraction for the pests and pathogens affecting them. On the one hand, colonies represent a high density of potential hosts, and, on the other, a large assembly of individuals with similar genetic characteristics (Schmid-Hempel, 1995). In the colony, resources abound, there being protein (pollen) and carbohydrates (honey), which are potential sources of food for other individuals circulating in the apiaries (Delaplane and Mayer, 2000).

A. mellifera is affected by various living organisms. Among the most virulent ones, virus, bacteria, fungi, beetles and mites (Genersch, 2010) should be underlined. Mites parasitizing *A. mellifera* have become a severe concern worldwide, as they threaten the survival of bee colonies and jeopardize commercial beekeeping development (Sammataro *et al.*, 2000). In view of the negative impact that *Acarapis woodi* (Rennie, 1921), *Tropilaelaps clareae* (Delfino

and Baker, 1961), *Varroa jacobsoni* (Oudemans, 1904) and *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000) exert on bee colonies, these mites species have attracted the attention of the scientific community. Among the above mentioned, *V. destructor* (Figure 2) causes the most devastating effects on European bee colonies worldwide (Rosenkranz *et al.*, 2010). The ectoparasitic mite *V. destructor* is native from the Asiatic bee *Apis cerana*, and was able to parasitize *A. mellifera* when beekeepers transferred European bees from Europe to the east of Russia in the first half of the last century, resulting in the sympatric distribution of both bees (Oldroyd, 1999). The negative effects of *V. destructor* on bees result from the lack of defensive co-evolutionary mechanisms that *A. mellifera* has, which is explained by the limited time during which they have been in contact (Rath, 1999). The mite's life cycle can be divided into two stages: the first one is called the phoretic phase, where fertilized female mites are on adult bees and are able to spread among bees and / or colonies. The second one, so-called the reproductive stage, is that in which female mites enter brood bee cells to reproduce (Maggi *et al.*, 2010a). Male mites have their quelicera adapted to transfer sperm, and use it to fecund female mites. Then, males die inside the cells due to starvation. The worldwide distribution of *V. destructor* is strongly connected to its own specialization and adaptation to phoresy (Akimov *et al.*, 1988), but foremost to human intervention (Eguaras and Ruffinengo, 2006). Broadly speaking, the negative effects generated by parasites vary and can be differentiated into: direct damage caused by the mite, and collateral damage resulting from mite infestation. The first category comprises weight loss, decreased half-life of parasitized bees (Marcangeli *et al.*, 1992; Bowen-Walker and Gunn, 2001; Duay *et al.*, 2002), and reduction of haemolymphatic proteins and haemocites with a subsequent lowering of the immune response in parasitized individuals (Gregory *et al.*, 2005). The damage caused by mites on individual bees is mostly expressed in the larval and pupal stages. This depends on the number of mother mites parasitizing the brood. For instance, a single female *V. destructor* can be blamed for an average loss of 7% of bee weight (Rosenkranz *et al.*, 2010). With regard to the indirect damages caused by



Figure 1. Worker honey bee of *Apis mellifera* foraging in *Lavandula officinalis*.

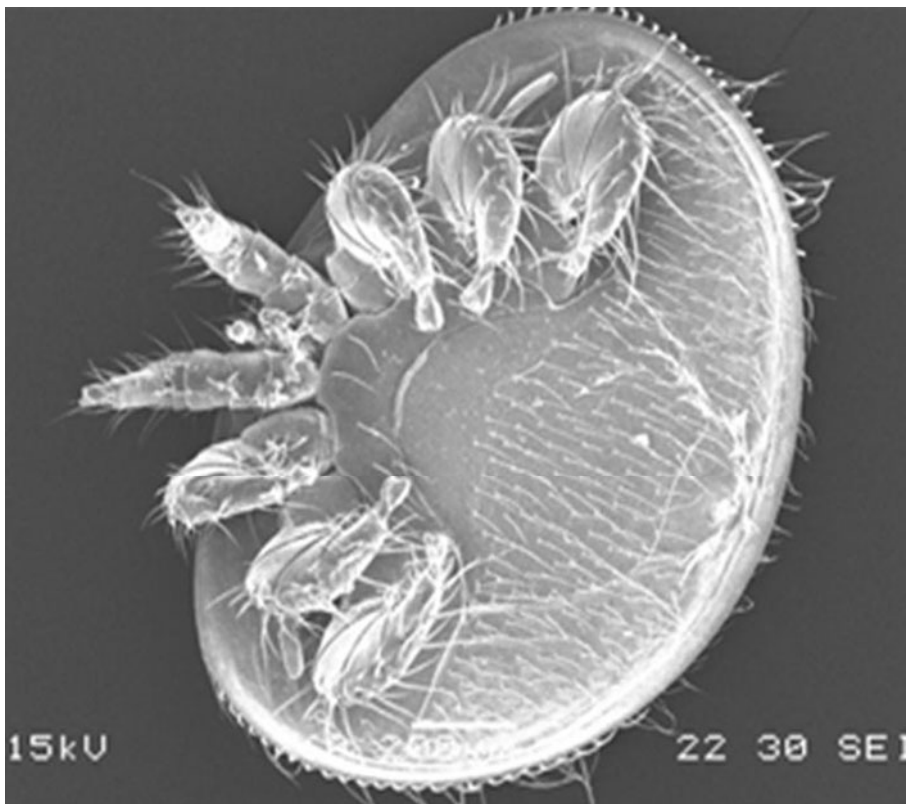


Figure 2. Scanning electron microscope image of female mite of *V. destructor* (ventral view) Eguaras, 1993.

the mite, *V. destructor* inoculates a wide variety of microorganisms by feeding processes. To date as many as 18 different viruses have been isolated in bee colonies (Chen and Siede, 2007), most of them vectored by *Varroa*. Prior to the appearance of mites in European colonies, viruses were not considered a health issue for *A. mellifera* (Yue and Genersch, 2005). Currently, it has been determined that different types of viruses live in bee colonies in latent form, and become highly infective when high mite infestation occurs in the beehive (Ball and Bailey, 1997). Additionally, *V. destructor* can induce bee immunosuppression, which would enhance virus infections (Yang and Cox-Foster, 2007). There is also clear evidence regarding *V. destructor* creation of ideal conditions for the development of the fungal pathogen *Ascosphaera apis* inside the beehive, the causative agent of chalkbrood breeding (Puerta *et al.*, 1990). De Rycke *et al.* (2002) reported that mite is capable of carrying on its body *Paenibacillus larvae* spores, although it is not clear whether such load is sufficient to develop American foulbrood in healthy colonies. Recent studies have hypothesized that the hives critical loss seen in recent years in both Europe and USA would be the result of synergistic effects produced by the combination of *V. destructor* and the microsporidium *N. ceranae* (Anderson and East, 2008).

Since their introduction, synthetic plaguicides have been the preferred choice by human beings and pest control. Indeed, they play a key part in the full-scale agriculture production. Nevertheless, there exist certain risks and hazards inherent to their use, such as their negative impact on human health, loss of benefic insects and native fauna, environmental pollution, drug residues in products meant for human consumption and resistance phenomena.

The evolutionary time of the *V. destructor/A. mellifera* parasitic system is brief, and leads to the regulatory mechanism deficit of mite populations by their hosts (Peng *et al.*, 1987). Therefore, to maintain healthy bee colonies, mite populations should be controlled by using acaricides. When parasitosis emerged in Europe and America, researchers postulated that a three-year parasite cycle was necessary to cause the colony death (Ritter, 1981). Today it is known that unless colonies receive an acaricide treatment,

they will die within the first year especially in temperate climates. Historically, the chemicals used by beekeepers to control *Varroa* mite were synthetic acaricides. These belong to different chemical types (pyrethroids, organophosphates, amidines, organic acids), and confer their own dynamics inside bee colonies. These features allow to elucidate the chemical behavior of each active ingredient inside the hive and to determine its residuality and likelihood of generating resistance phenomena in mite populations.

Initially, chemicals were supplied inside beehives by spraying, evaporation, dusting or spraying. With the passage of time, researchers have tried to attain better acaricide management methods inside colonies over time. By means of bees trophallaxis phenomenon (i.e., food exchange from bee to bee), acaricides were assayed on a systemic basis in the hive to ensure a rapid and even drug distribution. Nevertheless, one of the drawbacks that this administration form had, is that the acaricide is not able to kill mites inside the cells. Hence systemic acaricides are more suitable when used in the absence of breeding or when it is greatly reduced. Other control methods, based on the long stay of active ingredients in the hive, have allowed the active ingredient to act for a longer period of time, as mite emerges from brood cells. Several pyrethroids have shown a good acaricidal effect when incorporated into PVC strips between the frames of the brood chamber. Such administration is effective, even on beehives with breed throughout the year.

From late 1980's to early 1990's, the use of fluvalinate (a synthetic pyrethroid that acts on sodium channels) to control mite prevalence resulted in efficacies approaching 100% (Herbert *et al.*, 1988). The high recorded efficacies, coupled with the easy application of these treatments inside bee colonies, led to an extensive use of this acaricide for years, generating a strong selective pressure on mite populations with the consequent appearance of mite-resistant phenotypes in many countries worldwide (Milani, 1999). Moreover, cross-resistance phenomena between pyrethroids fluvalinate and flumethrin in *V. destructor* populations were also reported (Milani, 1995, Thompson *et al.*, 2002). In areas where these processes were identified, alternative methods, such as coumaphos (organophosphate acetylcholinesterase inhibitor)

and amitraz (formimidina) were implemented (Elzen and Westervelt, 2002). However, the intensive and abusive use of these molecules to control *Varroa* mite, also led to resistance episodes in the United States, Mexico and Europe (Elzen *et al.*, 1999; Mathieu and Faucon, 2000; Rodriguez-Dehaibes *et al.*, 2005).

Another issue inherent to parasite control is the use of homemade drugs prepared by beekeepers (Figure 3). This practice is deeply rooted in beekeeping and is one of the most important causes explaining the development of the resistance phenomena of the mite populations being treated in Argentina (Eguaras and Ruffinengo, 2006). In addition to the resistance issues arising from the excessive use of synthetic acaricides, there exist residue problems in the different colonies matrices. Each acaricide treatment inevitably affects the quality of several hive products (Wallner, 1999). Beeswax is composed of a high fatty acid content of high molecular weight, which renders it suitable for lipophilic substances accumulation, such as coumaphos and fluvalinate (Bogdanov, 2006). Moreover, honey is an aqueous matrix in which acaricides can solubilize hydrophilic

chemicals (examples of these are organic acids and thymol). Thus, they can pass directly to the honey and affect the quality of the final product. These active ingredients have characteristics that make them much less harmful than stable lipophilic agents because their stability is significantly lower when compared to lipophilic acaricides (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

Lipophilic acaricides are incorporated into the wax, are very stable and do not degrade easily in this medium. However, when using higher doses than those recommended, these agents can be accumulated. Wax has a large storage capacity of lipophilic substances, and wax recycling cans double the original amount of chemicals stored, depending on the chemical used (Imdorf *et al.*, 2003). The most commonly detected acaricides in wax are fluvalinate and coumaphos (Wallner, 1999). The destruction of the honeycomb is probably the only way in which acaricides can be completely eliminated. Thus, alternative recycling forms should be sought, in order to, at least, reduce the concentration of the lipophilic toxic agents tested. A special mention should be made of amitraz. This lipophilic acaricide, belonging to the family of amidines, is very unstable in both



Figure 3. Homemade acaricide treatment prepared by beekeepers (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

wax and honey, and it degrades very quickly. The wax seems to have a significant accelerating effect on amitraz degradation (Wallner, 1999), since it is completely degraded in 1 day in this matrix, and, in honey, in about 10 days (Korta *et al.*, 2001). Amitraz instability emerges as a key feature when honey analyses are made to detect this acaricide. Studies carried out by Maver and Poklukar (2003) reported very low levels or absence of amitraz residues in honey. Bee movement inside the hive also produces the distribution of chemicals which reach the different wax layers with which the comb surface is coated. This movement can cause propolis and virgen beeswax contamination (Wallner, 1999). Lipophilic substances can migrate from wax to honey, staying there for some time before they degrade, being detectable in amounts measurable by chemical analysis (Kochansky *et al.*, 2001). Therefore, much emphasis should be placed on the stability that these chemicals have in a hydrophilic matrix like honey. Greek researchers found that fluralinate in honey remains stable for over 8 months remaining unchanged by the effect of temperature (Tsigouri *et al.*, 2001). Korta *et al.* (2001) expanded this study to substances such as bromopropylate, coumaphos, chlordimeform and flumethrin, and results for all of them displayed persistence in honey for about 9 months.

On the other hand, there is another type of lipophilic acaricides, those with volatile compounds like essential oils. During the application, their compounds evaporate very quickly and only a small amount remains in wax. The concentrations of these compounds can be detected in honey at very low rates. However, essential oils are substances with intense aromas and able to alter honey taste. Honey in which thymol, camphor and menthol had been added separately, showed a change in astringency and taste. Thymol was the one with the strongest effect on honey, producing a significant change in honey taste (Bogdanov *et al.*, 1999). As a consequence, compounds such as thymol should be applied far away from nectar flow, to avoid major changes in taste.

The organic acids (formic, oxalic acid, lactic acid) often used to control *V. destructor* are also natural components of honey, and their concentration can vary within a wide range, depending on

the type of honey. They are difficult to detect in amounts higher than those naturally occurring in honey, but just like essential oils, they generate changes in honey taste, especially when applied with formic acid near the honey flow. Properly used, thymol, formic and oxalic acids are excellent tools for the control of *V. destructor* (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

The development of acaricide resistance in *V. destructor* populations and the possibility of incorporating contaminants in colonies by means of this type of treatment (Milani, 1999; Wallner, 1999) have promoted the addition of new molecules to minimize the disadvantages mentioned above. Among them, the application of organic acids (Boecking and Trainor, 2007a), essential oils and their components have become a worthwhile alternative (Imdorf *et al.*, 1999; Eguaras and Ruffinengo, 2006). However, some studies have reported undesirable effects of organic substances when they were applied to *A. mellifera* colonies (Imdorf *et al.*, 1999; Gregorc and Smodis-Skerl, 2007), which stresses the need to implement management strategies involving much more than a mere change of one molecule for another.

Integrated Pest Management (IPM) is a pest management system that, in the socioeconomic context of farming systems, the associated environment and the population dynamics of the pest species, utilizes all suitable techniques in as compatible a manner as possible and maintains the pest population levels below those causing economic injury (Dent 1991). In terms of strategies for pest control, IPM is the most modern concept. Its main objective is to apply the least amount of toxic substances, combined with the implementation of cultural practices, with a view to minimizing risks and hazards for human beings and the environment. IPM is being successfully applied in more than fifty countries, and is focused on prevention and non-chemical treatments. To achieve this goal, researchers include continuous controls and reports about environmental health, as well as pest recognition and their biology. Finally, with all this information, researchers are able to conduct a comprehensive analysis and implement the most appropriate and safe control strategy.

Even though IPM is not a basic biological pest control system using organic drugs, it is extremely important to include as many organic substances as possible in control tactics. Conceptually this entails a change of mind for beekeepers, and leads to the replacement of the improper use of synthetic pesticides with a complete program involving various substances and strategies to maintain parasite populations below the economic damage threshold. Currently, most beekeepers do not apply IPM to control *Varroa*, but stick to a scheduled treatment instead: the use of one or two pesticides, applied systematically in accordance with a rigid and predefined schedule, carrying out, in many cases, low parasite prevalence (percentage of parasite infestation) treatments and, hence, unnecessary.

According to Eguaras and Ruffinengo (2006), four main points remain the cornerstone for a successful IPM for *V. destructor* populations:

Tactics to reduce the growth of *V. destructor* populations (biotechnical methods)

Monitoring and control, if applicable

Sanitary treatments with toxicologically and environmentally friendly substances.

Search for hosts (bees) tolerant to parasites.

MATERIALS AND METHODS

Biotechnical methods

These methods involve a series of colony manipulations to remove mites from the colony and limit parasite population growth. They are based on knowledge about *V. destructor* biology (i.e., preference for drone cells) or methods developed by beekeepers (multiplication of hives). These methods are usually tied to beekeeping hobbyists, but still some techniques could be incorporated in an integrated pest management program at a certain time of the year. A method used to reduce mite populations is the usage and replacement of combs with large numbers of drone cells. It is primarily based on parasites predilection for this type of brood cells. It is estimated that for every mite entering a workers brood cell, about 7 or 8 mites enter a drone cell (Eguaras and Ruffinengo, 2006). This

natural phenomenon is worth considering since by eliminating drone cells, *Varroa* population could be reduced in a natural manner.

Another method to reduce mite population, quite similar to the one described earlier, consists in incorporating drone combs and subsequently removing them from the colonies once they are capped. This methodology also takes advantage of parasites preference for drone cells, and works well to reduce the number of mites in the hives. However, just like the previous one, it does not seem to be sufficient to effectively control parasitic infections and should be complemented with another type of control. However, the continuous addition and removal of drone combs may decrease parasite populations. Calis *et al.* (1999) applied the technique of consecutively replacing 5 drone comb frames, and was able to reduce the parasite population by 93%. The greater the number of combs used, the more effective the method. This is widely used in Cuba, where beekeepers place one drone comb each month in the colony and keep the parasite population under control (Verde Jiménez and Bande Gonzalez, 2005). The use of combs “traps”, so-called entrapment method, is quite similar to the one just described only that the bee queen is excluded. By means of this procedure, beekeepers are able to manage the amount of brood available for *V. destructor* infestation. It consists in removing the queen for 8 to 9 days in a box containing the comb, thereby forcing it to lay its eggs in the comb. Then, after the cells have been capped and before the young bees emerge, the frame is removed from the hive.

This procedure can be repeated three times, and has yielded good results in some European countries. The three stages of this method have been sketched and described by Fries (1993) as follows: the queen is introduced, together with a clean comb (without brood), in a queen excluder (this box limits the movement of the bee queen only to the comb) for about 8 to 9 days, during which the brood is close to be capped. The second stage involves removing the comb from the excluder and placing it elsewhere in the beehive brood chamber, placing a clean comb inside the excluder (with the queen). The third stage takes place 8 to 9 days later. At this

moment the first comb is removed from the hive (and, together with it, the parasites infesting the capped brood).

The second comb is now transported to the brood chamber and again, a third clean comb is introduced inside the excluder. Eight or nine days afterwards, the second comb is also removed from the hive and the third one is transferred to the brood chamber. At this time, the excluder is taken out from the beehive and the queen is released. Finally 8 days later, beekeepers need to remove the third comb trap from the beehive. This system has come to remove approximately 90% of mites in the hive (Fries and Hansen, 1989). Nevertheless, no more than three combs should be used, because bee population declines markedly in hives.

The annual queen bee replacement method is based on the reproductive biology of *A. mellifera*. In the first year, the bee queen only lays a limited number of male eggs (drones) and indirectly controls mite infestation increase. Moreover a greater reproductive activity of a young queen translates into a strong and, bigger colony less susceptible to disease (Eguaras and Ruffinengo, 2006). Cutting a brood comb section is a technique that stimulates bees to build new brood cells generally designed for the drone. Once the cells are capped, the section of the comb is cut and burned outside the hive, removing a portion of the mite population in it. This procedure can be repeated in a few pictures during drones breeding season (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

Nuclei formation is another way to reduce pest populations in the original colonies. This technique is generally conducted during late spring and early summer when the colony is growing up. It has been noticed that, during certain times of the year, with the formation of a nucleus per hive using two capped brood, the original parasite population may be reduced by 30% (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

Monitoring and control, if applicable

Regarding *V. destructor* field management, the best tool beekeepers have is monitoring parasite populations. This basic tool enables the early detection of parasites in the hive, before irreversible damage occurs, keeping

mite population below the economic damage threshold (Delaplane *et al.*, 2005). The three methods most often used are: (1) killing mites in the colony with chemical products; (2) estimating mite population by sampling immature (drone and worker brood cells) and adult bees; and (3) sampling mite natural death rate. Several detection methods may be used (Branco *et al.*, 2006) with a greater or lesser degree of complexity. *V. destructor* population dynamics depends on whether conditions as well as on the type of bee race (Moretto *et al.*, 1991). Hence each geographical area should be aware of its own economic damage threshold, as differences in climate and bee ecotype could exist, resulting in different *Varroa* populations' growth.

Sanitary treatments with toxicologically and environmentally friendly substances

Natural compounds represent a valid alternative and a useful tool that can be incorporated into an integrated pest management program which contemplates the rotation of existing synthetic acaricides and minimizes their use. They have low toxicity to mammals, little environmental impact and good public acceptance (Isman, 2000). Many of these natural compounds showed effects on parasitic bee mites, especially organic acids and some essential oils (Eguaras *et al.*, 2001a, Eguaras *et al.*, 2005; Ruffinengo *et al.*, 2005). Essential oils are volatile liquid fractions, usually distillable by steam distillation or hydrodistillation by water vapor, which contain the substances responsible for plant aroma. These substances can be found in flowers, seeds, fruits, leaves, bark and roots (Imdorf *et al.*, 1999). They have been long used as insect repellents. However, recent researches conducted in several countries have also confirmed that they have insecticidal, bactericidal and fungicidal activity (Isman, 2000). Toxicity in insects is based on a neurotoxic effect. Some monoterpenes constituents of essential oils are competitive inhibitors of the acetylcholinesterase of the nervous system.

A research carried out by Enan *et al.* (1998), points to the octopaminergic nervous system as insect's action site. With respect to *V. destructor*, several studies were based on natural essences or its components. By 1998 over 150 essences had been evaluated *in vitro* or *in vivo* (Imdorf *et al.*, 1999), a number that has steadily grown in

recent years (Ruffinengo, 2010). Inside hives, oils have been applied by spraying, incorporated with food, and placed inside porous and gel matrices with varying results (Figure 4). However, very few have been successful in controlling mite populations (Imdorf *et al.*, 1999).

Despite the fact that essential oils yielded encouraging acaricide effects when they were tested *in vitro*, they showed high variability in their final efficacy when they were applied inside hives (Mutinelli *et al.*, 1994). The essential oil composition of each plant species tends to be unique. Still some species have different chemotypes which are characterized by certain variations in their components (Imdorf *et al.*, 1999). The chemical composition of an essential oil depends on the state of development of the plant from which it is extracted, on the parts being used, on the plant cropping method as well as on the climatic conditions affecting it (Duran *et al.*, 2007). Steam distillation, solvent extraction and pressure produce variations in oils composition. Undoubtedly the lack of a steady chemical composition explains the variations in the results obtained by different researchers (Imdorf *et al.*,

1999), and so the lack of effective strategic plans for the control of *Varroa* parasitizing *A. mellifera*. However, certain essential oil components have revealed good efficacy *in vivo* and *in vitro*. Even though the major components of an essential oil truly reflect the biophysical and biological characteristics of the oil from which it has been isolated (Ipek *et al.*, 2005), the extent of its impact remains dependent on its concentration when it is tested alone or within essential oils (Bakkali *et al.*, 2008).

Thymol is a phenolic monoterpene present in many plants such as thyme (*Thymus vulgaris*), basil (*Osimum basilicum*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), peppermint (*Mentha piperita*), sage (*Salvia officinalis*). In the case of thyme, this compound can reach 50% of the total essential oil extracted from the plant and has a high insecticide, bactericide, fungicide and nematocidal capacity. Thymol is the only component of essential oils widely used in beekeeping. Studies for *V. destructor* control have shown efficacies between 70% and 95% (Eguaras *et al.*, 2004).

On the other hand, organic acids such as formic, lactic and oxalic acid are natural components



Figure 4. Organic acaricide treatments applied to colonies of *A. mellifera* (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

of honey (Milani, 1999), and, therefore, non-polluting substances for hive products. Another advantage is that there is little chance that *V. destructor* develops resistance to them (Milani, 1999). The acaricidal activity of organic acids has been tested both *in vivo* and *in vitro* experiments (Eguaras and Ruffinengo, 2006), and has yielded different efficacy results. This variability depends mainly on the acaricide concentrations applied, on the method of administration, bee ecotype and weather conditions (Rademacher and Harz, 2006). Fries and Hansen (1989) showed that the formic acid applied 4 times at a 24 hour interval is effective in controlling the parasite. Nevertheless, special care should be taken when formic and lactic acids are applied. Temperature drastically affects their release during treatment (Bahraini *et al.*, 2004).

Oxalic acid has been successfully used in controlling *V. destructor* parasiting colonies of *A. mellifera*. However, both the concentration and dosage form of this molecule used in bee colonies play a key role in their effective miticide effect (Nanneti *et al.*, 2003). Different studies have demonstrated that the best outcome in *V. destructor* population control is obtained when the acid is applied at concentrations below 4.5% *m/v* in sugar solution (De Feudis, 2007, Rademacher and Harz, 2006).

Search for hosts (bees) tolerant to pests

Another worth mentioning variable of the parasitic system evolution is bees' defensive behavior (hygienic behavior). Hygienic behavior helps bees detect and remove mite from their hive. Mite recognition by bees is either for those placed on adult bees (grooming behavior) or inside brood cells (cleaning behavior) (Peng *et al.*, 1987). Both mechanisms appear to combine and maintain low *V. destructor* population levels. Apparently the defensive behavior is more direct when it comes to killing parasites. Approximately 30% of the mites collected from the bottom of the hive featured different types of mutilations caused by bees. Hygienic behavior involves the ability of some bees to detect, uncap, and remove infested worker pupae from the brood cells. *Apis cerana* efficacy removes infested brood (Spivak, 1996). This removal behavior of infested pupae interrupts the reproduction of the fertile mites inside sealed brood cells. This rate in Africanized

honeybees in Venezuela is about 60% (Principal *et al.*, 2008). In addition, the immature mites are killed which decreases the average number of offspring per mother mite (Fries *et al.*, 1994).

Another kind of mite tolerance by bees has also been reported by Ibrahim and Spivak, 2006. They mentioned in their work, that there is a line of bees (factor SMR) which maintains low mite levels because varroa appears to have low reproductive success on worker brood. They found such trait to be a heritable trait, and called it Suppression of Mite Reproduction (SMR). In colonies bred for SMR, mites entered worker brood cells to feed and reproduce. However, the authors reported that mites died in the cell without reproducing, produced no progeny, males only, or progeny too late to mature (Harris and Harbo, 1999; Harbo and Hoopingarner, 1997). The search for bees tolerant to *Varroa* is a continuous field of research whose aim is to find bee lines that help maintain mite populations at low levels.

RESULTS AND DISCUSION

Argentine beekeeping industry has boomed in recent decades, encouraged by a fall in the output of traditional producing countries and the subsequent price increase, which promoted the incorporation of several domestic producers (SAGPyA, 2009). World production of honey is about 1.4 million tons per year (FAO, 2008) and America is placed as the second honey producing continent. Data provided by the Cadena Apícola Santafesina (2008) has shown that Argentina contributes to honey production by 25%, accounting for 70% of the total production of South America. Beekeeping has placed Argentina among the top world producers, ranking first in the honey export segment (contributing to 20% of total exports) and third as a honey producers (contributing to 6 % of the world total production). Argentina exports 95% of its own honey production due to the low domestic consumption and the high demand coming mainly from European Union countries. In 2010, Argentina exported 57,487 tonnes of honey worth a total of 173 million dollars (SENASA, 2010).

V. destructor was first detected in Argentina in 1976. By that time, it was first found in hives

located at Laguna Blanca, Formosa province (Montiel and Piola, 1976). It is believed that *V. destructor* had entered the country a few years before, considering that in 1971, beekeepers from Paraguay had imported honey bee queens from Japan introducing, for the first time, the mite in South America (Dietz, 1986). In Argentina, as in most countries, there are no colonies of bees able to stand the parasitic effects without severely damaging them. Therefore, mite populations should be controlled by beekeepers to avoid killing the colonies. The ultimate goal is to reduce these populations and bring them to acceptable levels that do not curtail productivity or bee colony survival.

In the framework of various research projects carried out in Argentina, the first investigations aimed at shedding some light on the biology of the parasite and its host. Studies on mite reproduction and mite seasonal variations helped the group better understand the population dynamics of parasites under different environmental conditions (Eguaras *et al.*, 1996, Eguaras *et al.*, 2001, Eguaras *et al.*, 2003). Studies conducted by Eguaras (1988) reported mite behavioral adaptation to phoresy. Parasites preferred certain bee body parts to stay in phoresy. At a population level, it has been shown that the number of infertile females can vary on a seasonal basis along with egg-laying (Eguaras *et al.* 1994a, Eguaras *et al.*, 1994b, Eguaras *et al.*, 1995).

Maggi *et al.* (2009) also detected different morphotypes of *Varroa* mite populations in Argentina. The reason explaining these morphological variations among different populations remain unknown, but it has been hypothesized that the phenotypic expression may result from the genotypic interactions between the parasite DNA and its host DNA. Negative feedback mechanisms seem to be present at an infrapopulation level. There is a strong crowding effect that leads to a reduction in the number of adult offspring per mother mite (Eguaras *et al.*, 1995). Brood cells diameter has also been identified as a physical factor altering mite reproductive behavior (Maggi *et al.*, 2010a). Taking into account all these experiences, the economic damage threshold for mite populations could be specified and strategies to mitigate the

negative mite effects laid down (Eguaras and Ruffinengo, 2006).

Biotechnical methods, such as trap combs, have been applied with encouraging results in recent years. Using two combs trap, 65% of the total mites were removed from the colony. Greater effectiveness was attained in colonies with a higher number of parasites (Marcangeli, 2002). Adding drone combs trap, the effectiveness of this method increases. However, if worker combs trap are used, the method efficacy decreases (Damiani and Marcangeli, 2006). Moreover this method has the drawback of limiting the queen egg-laying activity to only drone brood for a certain period of time. Therefore, special care should be taken when using this methodology, given the resulting decrease in adult bees' population that could occur in the colony. Hence, this method should only be used as part of a comprehensive program or supplemented with other control techniques.

Resistance phenomena to synthetic acaricides, such as coumaphos and amitraz, have been detected in Argentina and neighboring countries, such as Uruguay. This episode evidenced the need to seek new alternative molecules for parasite management (Maggi *et al.*, 2008, Maggi *et al.*, 2009, Maggi *et al.*, 2010b, Maggi *et al.*, 2011a). Different laboratory experiments have identified promising essential oils (and/or its components) to be used against *V. destructor* (Eguaras *et al.*, 2005, Ruffinengo *et al.*, 2002). Ruffinengo *et al.* (2005) showed that essential oils obtained from *Schinus molle* and *Acantholippia seriphioides* had an interesting acaricidal efficacy against *V. destructor in vitro*. These studies also reported that thymol and carvacrol were the main components of *A. seriphioides* essential oil, while α - y β -phellandrene were major components of *S. molle* oil. Presently our group is evaluating the acaricidal effects of these isolated components and their toxic binary interactions against *Varroa* mite *in vitro*, as a strategy to solve the acaricidal variability efficacy reported for oils when they are applied in the field (Eguaras and Ruffinengo, 2006). New research lines are currently evaluating the application of native propolis and natural extracts as new antiparasitic agents against *V. destructor* in Argentina (Damiani, 2010a, Damiani *et al.*, 2010b).

Several field experiments have shown that thymol (Eguaras *et al.*, 2004); oxalic acid (De Feudis, 2007) and formic acid (Eguaras *et al.*, 2001, Eguaras *et al.*, 2003) are an effective alternative tool for parasite population management. However special attention should be paid to external temperatures, concentrations of acaricides administered and colony population dynamics to avoid undesirable effects on bees. In the case of oxalic acid, the most important variable in the ultimate effectiveness of the formulation is the amount of brood present at the time of application (Marcangeli *et al.*, 2003; Marcangeli and García 2004). When formic acid and thymol are used, high concentrations and high external temperatures can produce a large release of the acaricide in a short time and generate queen bee replacement, stop egg laying by queen and even bee colony swarming (Eguaras *et al.* 2001, Eguaras *et al.*, 2003, Eguaras *et al.*, 2004).

Nowadays, Argentina counts with several synthetic acaricide products registered for controlling the mite *V. destructor*, to be applied in different ways on beehives. In spite of the diversity, the vast majority are based on three active agents: amitraz (Amivar®, Colmesan®, Varrotraz®, AB-Var®), coumaphos (Cumavar®, Perizin®), flumethrin (Flumevar®, Bayvarol®). Products with organic substances, based on oxalic acid (Oxavar®, Apioxal®) or Thymol (AB-Var Bio®, Natural Var®), are rarely used by beekeepers.

Twenty years ago, registered commercial products were few and, besides, very expensive. This fact, led producers to manufacture controlling agents themselves (home-made products) in wood boards impregnated with flumethrin and fluvalinate or mixtures of cornflour with coumaphos, which were spread over the frames of the brood chamber. These procedures had many disadvantages: a) neither the dose nor the release of the drug were accurately controlled; b) many beekeepers bought the product ignoring their composition; c) the same drug was used year after year, without taking into account the product rotation; d) contaminant residues started to appear in honey and beeswax; e) as years went by, the efficacy of these treatments started to decrease.

As a result, animal health-care agencies (SENASA) and other official organizations (Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires), as well as the Arthropods Laboratory of the Mar del Plata University, alerted the apiarian field about the risks of this type of handling and the importance of an immediate change in Argentina. Within few years, several low-cost acaricides based on amitraz, coumaphos and flumethrin were registered. However, new problems emerged: some acaricides were effective in some areas while in some others their efficacy was low or directly inexistent. When indiscriminately used along many years, the active agent loses effectiveness or causes the resistance of the mite towards the acaricide (Maggi *et al.*, 2008). As a consequence, the Arthropods Laboratory began the implementation of acaricide effectiveness tests. Research took place mainly in two areas of Buenos Aires, one of them near La Plata city (northeast) and the other one near Mar del Plata city (southeast).

First tests were made with amitraz-made products. This drug, applied in continuous releasing strips, proved to have an efficacy under 90% (Mar del Plata: 85.05%; La Plata: 88.13%; Marcangeli *et al.*, 2005). When used as a solution, the results were notoriously lower and with a huge variation depending on the beehive (La Plata: 70.02 ± 15.3; Marcangeli *et al.*, 2005). A similar situation was the one presented by the use of fluvalinate (La Plata: 67.15%, Marcangeli and García, 2003).

Field trials with plastic strips with flumethrin showed better results and low variation between areas and colonies (Mar del Plata: 90.03% ± 2.3; La Plata: 88.25% ± 1.8; Damiani and Marcangeli, 2006). Still, there are registrations of low effectiveness associated with problems in the manufacturing of strips (Marcangeli, pers. ob.). Coumaphos also has provided good results in evaluated areas with values of 87.13% (La Plata) and 89.28% (Mar del Plata; Marcangeli *et al.*, 2005). As a result, this drug was the most popular, what brought the first documented cases of resistance in Argentina (Maggi *et al.*, 2008).

Nowadays, there are new cases of mite resistance towards agents of synthesis (Maggi

et al., 2009, Maggi *et al.*, 2010, Maggi *et al.*, 2011b), resulting in a probable limited usage in time. Possible options were to be found in using natural substances such as essential oils, botanical extracts and propolis (Damiani, 2010a, Damiani *et al.*, 2010b, Damiani *et al.*, 2011). In preliminary tests, they proved to be good perspectives for their integration in a mite control system based on integrated pest management (Eguaras and Ruffinengo, 2006). Figure 1 depicts an example of an IPM carried out for *V. destructor* in the southeast of Buenos Aires province (Eguaras and Ruffinengo, 2006). In periods subsequent to honey collection, a standard colony can reach a mite population with close to 4000-5000 individuals. This represents the economic damage threshold for the colony. Indeed, this phase is critical for the colony and, therefore, a treatment should be administered to reduce the mite population to tolerable values. Currently daily counts of dead mites per colony are close to 20 mites/day. To avoid colony collapse, a treatment with thymol (1 application of 25 g of thymol in alcohol solution embedded in a spongy matrix) was conducted with an efficacy between 85% and 90%. As a result, the parasite

population fell abruptly to around 450/600 mites per colony.

This treatment improves the colony condition and ensures the emergence of healthy bees to maintain a desirable colony population. However, getting through the winter and starting the spring in optimal conditions is not enough for the colony. The remaining number of mites in the hive, their continuous reproduction, coupled with the reinfestation caused by the proximity of wild swarms or neighbor apiaries, can alter the colony development. A second treatment with oxalic acid (4.5 % in sugar solution at 60%, 5 ml per comb) should be initiated during the cold weather when bee queens end egg-laying (usually June, early July). If during these months brood does not develop inside the colony, this single treatment with oxalic acid will suffice to reduce mite population (60/120 per colony) until the following year (March), and no subsequent treatment will be required in spring (see the red line in the figure). After oxalic treatment, mite population monitoring based on natural mite mortality is around 1 or 2 dead mites per hive. This value will increase to reach 20/25 mites per colony after

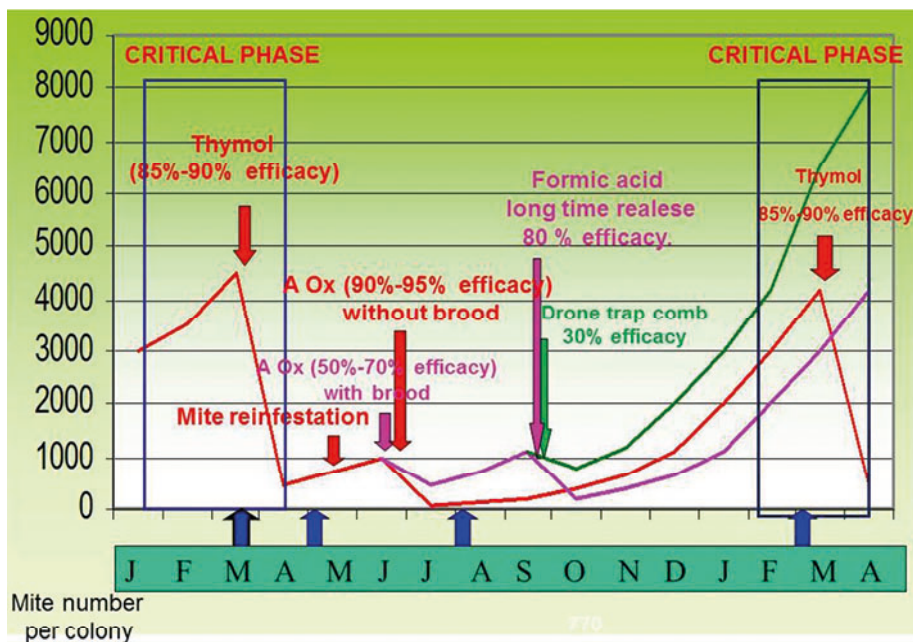


Figure 5. An example of IPM for *V. destructor* in Argentina (modified from Eguaras and Ruffinengo, 2006). Blue arrows in X axis indicate the times of *V. destructor* monitoring and capital letters are the month from January (J) to April (A).

harvest the following year. Conversely, if during winter breeding is significant, the oxalic treatment will have a reduced final efficacy (from 50 to 70 %), and the number of mites per colonies will only be reduced to 285/475 mites/colony. Indeed further monitoring should be implemented and possibly a new treatment with formic acid (purple line) or a biotechnical method (comb trap-green line) in early spring required.

CONCLUSION

Several field experiments have shown that IPM developed for mite control can be used to maintain *V. destructor* populations below colonies damage levels. Nonetheless, more time should be spent and periodic visits be made to the apiary in order to implement the program. The IPM developed for beekeeping is a suitable tool even in areas where bee brood is present throughout the year. Taking this into account, a single treatment cannot successfully control parasites and, therefore, should be periodically repeated. Biotechnical methods and low bee toxicity products that do not add foreign elements to hive products should be adopted. Forms of control such as those developed in this chapter can assist in the reduction of the longstanding use of synthetic acaricides, reducing wax and honey residues as well as the resistance phenomena detected in *V. destructor* populations.

It has been demonstrated that the greater the effectiveness and success of arthropod pest management, the greater the likelihood of the pest developing resistance to that management tactics. This is particularly true when the goal of pest management is to reduce pest population and maintain it at a very low level. The probability of resistance evolution will be lower when goals emphasize damage and disease prevention, which sometimes can be accomplished without harming most of the pest population. In apiaries where *Varroa* mites are still susceptible, rotation between resistant and non-resistant acaricides (still effective in the control of the parasite) should prolong the effectiveness and prevent the occurrence of chemically resistant mites. In apiaries where *Varroa* mites are resistant, the introduction of Integrated Resistance Management (IRM) programs is essential. This includes selecting bees tolerant to the

mite concerned, monitoring mite population, implementing nonchemical control methods and rotating pesticides, whether natural or synthesized.

Finally, achieving an integrated management of *V. destructor* entails a change of mind for beekeepers and the active participation of all those players involved in the industry. Producers should understand that the only way in which parasites can be managed is by implementing health strategies that address parasites and hosts biology, both of which are essential to attain an effective acaricide treatment. National and private scientific bodies should engage with the current issues faced by beekeeping and promote scientific activities aimed at discovering and developing new tools that could be implemented in an IPM. Finally, it is imperative that the political players responsible for national bee health ensure the linkage between the scientific and productive sectors so that the tools developed are implemented and honey bee preservation is ensured.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the UNMDP and CONICET.

LITERATURE REVIEW

- Aizen, M., L. Garibaldi, S. Cunningham and A. Klein. 2008. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. *Current Biology*, 18 (20): 1572–1575.
- Aizen, M., L. Garibaldi, S. Cunningham and A. Klein. 2009. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany*, 103,(9): 1579–1588.
- Akimov, I., A. Yastrebtsov and V. Gorgol. 1988. Functional and morphological specialization of *Varroa jacobsoni* for parasitism. In: Africanized honey bees and bee mites. Needham GR (Ed.), 474-478, Ellis Horwood, Chichester.

- Anderson, D. and I. East. 2008. The latest buzz about colony collapse disorder. *Science*, 319 (5848): 724–725.
- Anderson, D. and J. Trueman. 2000. *Varroa jacobsoni* is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 24 (3):165–189.
- Bahreini, R., J. Tahmasbi, M. Nowzari, and A. Talebi. 2004. A study of the efficacy of formic acid in controlling *Varroa destructor* and its correlation with temperature in Iran. *Journal of Apicultural Research*, 43 (4): 158-161.
- Bakkali, F., S. Averbeck, D. Averbeck, and M. Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 42(2): 446-475.
- Ball, B. and L. Bailey. 1997. Viruses, In: *Honey Bee Pests, Predators and Diseases*. R.A. Morse and K. Flottum (Ed.), 11-32, Comstock Pub. Associates a division of Cornell University Press, Ohio, USA.
- Biesmeijer, J., S. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemueller, M. Edwards, T. Peeters, A. Schaffers, S. Potts, R. Kleukers, C. Thomas, J. Settele, and W. Kunin. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5787): 351–354.
- Boecking, O. and K. Trainor. 2007. *Varroa* biology and methods of control: part I of three parts. *American Bee Journal*, 147(10): 873-878.
- Bogdanov, S. 2006. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37(1): 1–18.
- Bogdanov, S., V. Kilchenman, P. Fluri, U. Bühhler, and P. Lavanchy. 1999. Influence of organic acid and essential oils on honey taste. *American Bee Journal*, 139(1): 61-63.
- Bowen-Walker, P. and A. Gunn. 2001. The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 101(3): 207-217.
- Branco, M., N. Kidd, and R. Pickard. 2006. A comparative evaluation of sampling methods for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie* 37 (4): 452-461.
- Brown, M. and R. Paxton. 2009. The conservation of bees: a global perspective. *Apidologie*, 40(3): 410–416.
- Buchmann, S. and G. Nabhan. 1996. *The Forgotten Pollinators*. Island Press, ISBN 155-9633-53-0, Washington, DC.
- Cadena Apícola. Santafesina. 2008. Available on line: <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/Estructura-de-Gobierno/Ministerios/Produccion/Informacion-General/Planes-Estrategicos-de-las-Cadenas-de-Valor>. [Dic. 10, 2012].
- Calis, J., I. Fries, and S. Ryrie. 1999. Population modelling of *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 30(2-3): 111-124.
- Chen, Y-P. and R. Siede. 2007. Honey bee viruses. In: *Advances in Virus Research*, Maramorosch, K.; Shatkin, A. and Murphy, F. (Ed.), pp. 33–80, Academic Press, Amsterdam, Netherland.
- Damiani, N. and J. Marcangeli. 2006. Control del parásito *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colmenas de la abeja *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) mediante la aplicación de la técnica de entrapado. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 65(1-2): 33-42.
- Damiani, N. 2010a. Control de *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) mediante la utilización de propóleos. *Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata*. 340 p.
- Damiani, N., N. Fernández, L. Maldonado, A. Álvarez, M. Eguaras and J. Marcangeli. 2010b. Bioactivity of propolis from different geographical origins on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Parasitology Research*, 107(1): 31-37.
- Damiani, N., L. Gende, M. Maggi, S. Palacios, J. Marcangeli and M. Eguaras. 2011. Repellent and acaricidal effects of botanical

- extracts on *Varroa destructor*. *Parasitology Research*.8(1): 79-86.
- De Feudis, L. 2007. Control de *Varroa destructor* mediante la utilización de ácido oxálico. *Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Mar del Plata*. 50 p.
- De Rycke, P., J. Joubert, S. Hossein Hosseinian and F. Jacobs. 2002. The possible role of *Varroa destructor* in the spreading of American foulbrood among apiaries. *Experimental and Applied Acarology*, 27(4): 313-318.
- Delaplane, K. and D. Mayer. 2000. *Croppollination by bees*. CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- Delaplane, K., J. Berry, J. Skinner, J. Parkman and W. Hood. 2005. Integrated pest management against *Varroa destructor* reduces colony mite levels and delays economic threshold. *Journal of Apicultural Research*, 44(4): 117-122.
- Delfinado, M. and E. Baker. 1961. *Tropilaelaps*, a New Genus of Mite from the Philippines (Laelaptidae (s. Lat.): Acarina). *Fieldiana-Zoology* 44(7): 53-56.
- Dent, D. 1991. *Integrated Pest Management*. Chapman Hill, Andover, UK.
- Dietz, A. 1986. The geographical distribution and levels of infestation of the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans (Parasitiformes: Varroidae) in honey bee colonies in Argentina. *American Bee Journal*, 126(1): 49-51.
- Duay, P., D. De Jong and W. Engels. 2002. Decreased flight performance and sperm production in drones of the honey bee (*Apis mellifera*) slightly infested by *Varroa destructor* mites during pupal development. *Genetics Molecular Research* 1(3): 227-232.
- Durán, D., L. Monsalve, J. Martínez and E. Stashenko. 2007. Estudio comparativo de la composición química de aceites esenciales de *Lippia alba* provenientes de diferentes regiones de Colombia, y efecto del tiempo de destilación sobre la composición del aceite. *Scientia et Technica*, 13(33): 435-438.
- Eguaras, M., and S. Ruffinengo. 2006. Estrategias para el control de *Varroa*. Editorial Martin. Mar del Plata, Argentina.
- Eguaras, M. 1988. Varroasis en *Apis mellifera*. *Tesis de grado. Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Mar del Plata*. 55 p.
- Eguaras, M. 1993. Investigaciones sobre el ácaro parásito *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Gamasida) y su hospedador *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata*. 345 p.
- Eguaras, M., D. Cora, S. Ruffinengo, C. Faverin and A. Palacio. 2004. Efectividad del timol en el control de *Varroa destructor* en condiciones de laboratorio y en colonias de *Apis mellifera*. *Natura Neotropicalis* 34-35: 27-32.
- Eguaras, M., M. del Hoyo, A. Palacio, S. Ruffinengo and E. Bedascarrasbure. 2001. A New Product With Formic Acid For *Varroa jacobsoni* Control. I. Efficacy. *Journal of Medicine Veterinary*, 48(1): 11-14.
- Eguaras, M. M. Labattaglia, C. Faverin, M. del Hoyo y E. Bedascarrasbure. 1998. Efectividad de los aplicadores Burmeister y Nassenheider en el control de *Varroa jacobsoni*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 18:327-328.
- Eguaras, M., J. Marcangeli and N. Fernandez. 1994. (a) Influence of the parasitic intensity on *Varroa jacobsoni* Oud. reproduction. *Journal of Apicultural Research*, 33(3): 155-159.
- Eguaras, M. J. Marcangeli, M. Oppedisano and N. Fernandez. 1994b. Seasonal changes in *Varroa jacobsoni* reproduction in temperate climates of Argentina. *Bee Science*, 3(2):120-123.
- Eguaras, M., J. Marcangeli, M. Oppedisano and N. Fernandez. 1995. Mortality and reproduction of *Varroa jacobsoni* in

- resistant honeybee colonies (*Apis mellifera*) in Argentina. *Bee Science*, 3(2): 125-129.
- Eguaras, M., M. Palacios, C. Faverin, M. Basualdo, M. Del Hoyo, G. Velis, and E. Bedascarrasbure. 2003. Efficacy of formic acid in gel for *Varroa* control in *Apis mellifera*: importance of the dispenser position inside the hive. *Veterinary Parasitology*, 111(2-3): 241-245.
- Eguaras, M., S. Quiroga and García. 1996. The control of *Varroa jacobsoni* by means of organic acids. *Apiacta* 31(2): 51-54.
- Eguaras, M., S. Ruffinengo, P. Bailac, G. Clemente, S. Fuselli, L. Gende, R. Fritz, A. Gonzalez and M. Ponzi. 2005. An *in vitro* evaluation of *Tagetes minuta* essential oil for the control of the honeybee pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the parasitic mite *Varroa destructor*. *Journal of essential Oil research*, 17(3): 336-340.
- Elzen, P. and D. Westervelt. 2002. Detection of coumaphos resistance in *Varroa destructor* in Florida. *American Bee Journal*, 142(4): 291-292.
- Elzen, P., J. Baxter, M. Spivak and W. Wilson. 1999. Amitraz resistance in *Varroa*: new discovery in North America. *American Bee Journal*, 139(2): 362.
- Enan, E., M. Beiger and A. Kende. 1998. Insecticidal action of terpenes y phenols to cockroaches: effects of octopamine receptors. *International Symposium on Plant Protection*, Gent, Belgium.
- FAO. Food and Agricultural organization. 2008. Available on line: [http://www.fao.org/country_profiles/index.asp? iso3=ARG](http://www.fao.org/country_profiles/index.asp?iso3=ARG). [Dic. 10, 2012].
- Fries, I. and H. Hansen. 1989. Use of trapping comb to decrease the population of *Varroa jacobsoni* in honey bee colonies in cold climate. *Danish Journal of Plant and Soil Science*, 93(2):193-198.
- Fries, I. 1993. *Nosema apis* – a parasite in the honeybee colony. *Bee World*, 74(1): 5-19.
- Fries, I., S. Camazine and J. Sneyd. 1994. Population dynamics of *Varroa jacobsoni*: a model and a review. *Bee World*, 75(2): 5-28.
- Genersch, E. 2010. American Foulbrood in honeybees and its causative agent *Paenibacillus larvae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(1): 1-9.
- Gregorc, A. and M. Smodis-Skerl. 2007. Toxicological and immunohistochemical testing of honeybees after oxalic acid and rotenone treatments. *Apidologie*, 38(3): 296-305.
- Gregory, P., J. Evans, T. Rinderer and L. de Guzman. 2005. Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa* mites. *Journal of Insect Science* 5(7):1-5.
- Harbo, J. and R. Hoopingarner. 1997. Honey bees (Hymenoptera: Apidae) in the United States that express resistance to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(4): 893-898.
- Harris, J. and J. Harbo. 1999. Low sperm counts and reduced fecundity of mites in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) resistant to *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae). *Journal of Economic Entomology*, 92(1): 83-90.
- Herbert, E.W., W.A. Bruce and H. Shimanuki. 1988. Control of *Varroa jacobsoni* on honey bees in packages using Apistan®. *American Bee Journal*, 128(9): 615-616.
- Ibrahim, A. and M. Spivak. 2006. The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie*, 37(1): 31-40.
- Imdorf, A., S. Bogdanov, R. Ibáñez Ochoa and N. Calderone. 1999. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie*, 30(2): 209-228.
- Imdorf, A., V. Kilchenman, R. Kuhn and S. Bogdanov. 2003. Beeswax replacement in organic bee keeping. Is there a risk of

- contamination by residues in hive walls?. *Apiacta*, 38(4): 178-182.
- Ipek, M., A. Ipek, S. Almquist and P. Simon. 2005. Demonstration of linkage and development of the first low-density genetic map of garlic, based on AFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 110: 228-236.
- Isman, M. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Klein, A., B. Vaissiere, J. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. Cunningham, C. Kremen and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Science*, 274(608): 303-313.
- Kochansky, J., K. Wilzer and M. Feldlaufer. 2001. Comparison of the Transfer of Coumaphos from Beeswax into Syrup and Honey. *Apidologie* 32(2): 119-125.
- Korta, E., A. Bakkali, L. Berrueta, B. Gallo, F. Vicente V. Kilchenmann and S. Bogdanov. 2001. Study of acaricide in honey. Characterization of amitraz degradation products in honey and beeswax. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12):5835-5842.
- Maggi, M., N. Damiani, S. Ruffinengo, J. Principal, D. De Jong and M. Eguaras. 2010(a). Brood cell size of *Apis mellifera* modifies the reproductive behavior of *Varroa destructor*. *Experimental and Applied Acarology*, 50(3): 269-279.
- Maggi, M., L. Gende, K. Russo, R. Fritz and M. Eguaras. 2011a. Bioactivity of *Rosmarinus officinalis* essential oils against *Apis mellifera*, *Varroa destructor* and *Paenibacillus larvae* related to the drying treatment of the plant material. *Natural Product Research*, 25(4): 397-406.
- Maggi, M., S. Ruffinengo, N. Damiani, N. Sardella and M. Eguaras. 2009. First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Experimental and Applied Acarology*, 47(4): 317-320.
- Maggi, M., S. Ruffinengo, L. Gende, M. Eguaras and N. Sardella. 2008. Baseline LC₅₀ levels of Amitraz, Coumaphos, Fluvalinate and Flumethrine in populations of *Varroa destructor* from Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Apicultural Research*, 47(4): 292-295.
- Maggi, M., S. Ruffinengo, P. Negri and M. Eguaras. 2010a. Resistance phenomena to amitraz from populations of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* of Argentina. *Parasitology Research* 107 (5): 1189-1192.
- Maggi, M., S. Ruffinengo, L. Gende, G. Sarlo, P. Bailac, M. Ponzi and M. Eguaras. 2010b. Laboratory evaluations of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry essential oil against *Varroa destructor*. *Journal of Essential Oil Research*, 22(2): 119-122.
- Maggi, M., S. Ruffinengo, Y. Mendoza, P. Ojeda, G. Ramallo, I. Flores and M. Eguaras. 2011b. Susceptibility of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to synthetic acaricides in Uruguay: *Varroa* mites' potential to develop acaricide resistance. *Parasitology Research*, 108(4): 815-821.
- Maggi, M., N. Sardella, S. Ruffinengo and M. Eguaras. 2009. Morphotypes of *Varroa destructor* mites in different geographic locations from Argentina. *Parasitology Research* 105 (6): 1629. DOI: 10.1007/s00436-009-1605-8
- Marcangeli, J. and M. García. 2003. Control del ácaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) mediante la aplicación de distintos principios activos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 62(3-4): 75-79.
- Marcangeli, J. and M. García. 2004. Effect of *Apis mellifera* (Apidae) honeybee brood amount on Oxavar® acaricide efficacy against the mite *Varroa destructor* (Varroidae). :35-38.
- Marcangeli, J. 2002. Evaluación de la técnica modificada de panales zanganeros para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de la abeja *Apis mellifera*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 61(1-2): 99-102.

- Marcangeli, J., M. García, G. Cano, L. Distefano, M. Martín, A. Quiroga, L. Raschia y C. Vega. 2003. Eficacia del Oxavar para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 62(3-4): 75-79.
- Marcangeli, J., M. García, C. Vega, A. Quiroga, M. Martín, L. Distefano and G. Cano. 2005. Estudio sobre la eficacia a campo del Amivar® contra *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64 (1-2):29-33.
- Marcangeli, J., L. Monetti and N. Fernández. 1992. Malformations produced by *Varroa jacobsoni* on *Apis mellifera* in the province of Buenos Aires, Argentina. *Apidologie*, 23(5):399-402.
- Mathieu, L. and J. Faucon. 2000. Changes in the response time for *Varroa jacobsoni* exposed to amitraz. *Journal of Apicultural Research*, 39(3-4): 155-158.
- Maver, L. and J. Poklukar. 2003. Coumaphos and amitraz in Slovenian honey. *Apiacta*, 38(2): 54-57.
- Milani, N. 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud to pyrethroids: a laboratory assay. *Apidologie* 26(5): 415-429.
- Milani, N. 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30(2): 229-234.
- Montiel, J. and G. Piola. 1976. A new enemy of bees. *Campo Moderno y Chacra*, 1(1): 36-37.
- Moretto, G., L. Gonçalves and D. De Jong, 1991. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestations in Brazil. *Apidologie* 22(3): 197-203.
- Mutinelli, F., S. Cremasco and A. Irsara. 1994. Formic acid in the control of Varroa: a practical approach. *Journal of Veterinary Medicine B*, 41(7-8): 433-440.
- Nanetti, A., R. Buchler, J. Charriere, I. Fries, S. Helland, A. Imdorf, S. Korpela and P. Kristiansen. 2003. Oxalic acid treatment for *Varroa* control. *Apiacta* 38: 81-87.
- Oldroyd, B. 1999. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends in Ecology and Evolution*, 14(8): 312-315.
- Oudemans, A. 1904. On a new genus and species of parasitic acari. Note VIII. *Leyden Mus* 24: 216-222.
- Peng, Y., Y. Fang, S. Xu, and L. Ge. 1987. The resistance mechanism of the Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr. to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 49(1): 54-60.
- Puerta, F., J. Flores, J. Cuesta, M. Bustos y F. Padilla. 1990. *Varroa*, enfermedades secundarias. *Vida apícola*, 43:56-59.
- Principal, J., C. Barrios, R. D'Aubeterre, S. Puzzar, S. B. García de la Rosa y S. R. Fuselli. 2008. Comportamiento higiénico de las abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier) en apiarios del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*: 26 (2)167-173.
- Rademacher, E. and M. Harz. 2006. Effectiveness of oxalic acid for controlling the *Varroa* mite. *American Bee Journal*, 146(7): 614-617.
- Rath, W. 1999. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30(2-3): 97-110.
- Rennie, J. 1921. Isle of Wight disease in hive bees-acarine disease: the organism associated with the disease-*Tarsonemus woodi*, n.sp. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52: 768-779.
- Ritter, W. 1981. *Varroa* disease of the honeybee *Apis mellifera*. *Bee World*, 62(4): 141-153.
- Rodríguez-Dehaibes, S., G. Otero-Colina, V. Sedas and J. Jiménez. 2005. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, México. *Journal of Apicultural Research*, 44: 124-125.
- Rosenkranz, P., R. Aumeier and B. Ziegelmann. 2010. Biology and control of *Varroa*

- destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(1): 96-119.
- Ruffinengo, S. 2010. "Evaluación de la bioactividad de aceites esenciales contra el ácaro *Varroa jacobsoni*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. 348 p.
- Ruffinengo, S., M. Eguaras, D. Cora, E. Rodríguez, E. Bedascarrasbure, P. Bailac and M. Ponzi. 2002. Biological activity of *Heterotheca latifolia* essential oil against *Varroa jacobsoni*. *Journal of Essential Oil Research*, 148(2): 462-464.
- Ruffinengo, S., M. Eguaras, I. Flores, C. Faverin, P. Bailac and M. Ponzi. 2005. LD₅₀ and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*. *Journal of Economic Entomology*, 98(3): 651-655.
- SAGPYA. 2009. Informe de la Dirección Nacional de Alimentos. Available on line: http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/economias_regionales/_apicultura/index.php. [Dic. 10, 2012].
- Sammataro, D., U. Gerson and G. Needham. 2000. Parasitic mites of honey bees: Life history, implications, and impact. *Annual Review of Entomology*, 45:519-548.
- Schmid-Hempel, P. 1995. Parasites and social insects. *Apidologie*, 26(3): 255-271.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2010. Estadísticas de Comercio exterior: exportaciones 2010. Available on line: <http://www.senasa.gov.ar/estadistica.php>. [May. 05, 2011].
- Smith, D. 1991. *Diversity in the genus Apis*. Westview Press Inc, Boulder, CO.
- Spivak, M. 1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*, 27(4): 245-260.
- Thompson, H., M. Brown, R. Ball and M. Bew. 2002. First report of *Varroa destructor* resistance to pyrethroids in the UK. *Apidologie*, 33(4): 357-366.
- Tsigouri, A., U. Menkissoglu and A. Thrasylvoulou. 2001. Study of tau-fluvalinate persistence in honey. *Pest Management Science*, 57(5): 467-471.
- Verde Jiménez, M. y A. Bande Gonzalez. 2005. Lucha integrada de la Varroosis. *I Congreso de Apicultura del MERCOSUR*, Punta del Este, Uruguay, Junio 2005.
- Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30 (2-3): 235-248.
- Yang, X. and D. Cox-Foster. 2007. Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology*, 134(3): 405-412.
- Yue, C. and E. Genersch. 2005. RT-PCR analysis of deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology*, 86(12): 3419-3424.

NOTA TÉCNICA

Hábitos de compra-consumo de la carne fresca de cerdo en Maracaibo, estado Zulia-Venezuela

Purchase - consumption habits of fresh pork meat in Maracaibo, Zulia State- Venezuela

Arlenis J. Albornoz Gotera* y Emma M. Segovia López

¹Universidad del Zulia (LUZ). Facultad de Agronomía. Departamento de Ciencias Sociales y Económicas. AP 15205. Maracaibo estado Zulia. Correo electrónico: arlenisalbornoz@gmail.com

RESUMEN

En Venezuela, el consumo de carnes está orientado principalmente a la carne avícola, seguida de la bovina y la porcina, ésta última con un consumo muy bajo comparado con el consumo en otros países. Por ello, el objetivo de esta investigación fue caracterizar los hábitos de compra-consumo de la carne fresca de cerdo en el municipio Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Se realizó una investigación descriptiva, no experimental de campo, 384 personas conformaron la muestra del estudio, se aplicó la encuesta para recolectar la información y los datos se analizaron empleando estadísticas descriptivas. Los resultados reflejaron que el porcentaje de personas que consumen carne fresca de cerdo representó el 53%, siendo estos mayoritariamente hombres (54%) con estudios de tercer nivel (61%), ingreso familiar mensual superior a 2 salarios mínimos (51%). En relación al consumo 42% lo hace una vez al mes, las costillas son las piezas preferidas (33%) en forma asada (57%). El sabor es el principal motivo de consumo (58%), aunque tienen la percepción de ser perjudicial para la salud (54%). El lugar de compra predominante es la carnicería (70%), la razón principal es la cercanía a sus hogares (54%), el color de la carne resultó el atributo de mayor importancia al momento de comprar (51%). Es importante desarrollar estrategias de comunicación como afiches en los puntos de ventas o comerciales televisivos, con el propósito de revertir el concepto de alimento perjudicial para la salud y fomentar su consumo como producto alternativo para la ingesta de proteína animal.

Palabras claves: cerdo, consumidor, compra, consumo.

ABSTRACT

In Venezuela, the meat consumption is oriented mainly for poultry meat, followed by beef and pork, the latter with a very low power consumption compared to other countries. Therefore, the objective of this research was characterize the buying habits of consumption of fresh pork in Maracaibo, Zulia State, Venezuela. A descriptive research was conducted, non- experimental field 384 people formed the study sample, the survey was to collect information and data were analyzed using descriptive statistics. The results showed that the percentage of people who consume fresh pork accounted for 53%, and these mostly men (54%) with a tertiary (61%), monthly family income above 2 minimum salaries (51%). In relation to consumption 42% do so once a month, the ribs are preferred parts (33%) in roasted form (57%). The taste is the main reason for consumption (58%), although they have the perception of being harmful to health (54%). The place of purchase is the predominant butcher (70%), the main reason is the proximity to their homes (54%), the color of the meat was the attribute greater importance at the time for purchase (51%). It is important to develop communication strategies as posters at points of sales or television commercials, in order to reverse the concept of harmful health food and encourage consumption as an alternative product for animal protein intake

Key words: pork, consumer, purchase, consumption.

Recibido: 24/03/14 Aprobado: 01/12/14

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el comportamiento en el consumo y la producción porcina en el país ha tomado un vuelco importante; bien es sabido que durante años el consumo promedio de la carne fresca porcina no superaba los 3,3 kg/per/año y la producción principalmente se destinaba al sector agroindustrial, esta situación comenzó a cambiar en los últimos años donde hubo un repunte importante en cuanto al consumo y producción, ubicándose en el año 2010 en 6,5 kg/per/año (Fedeagro, 2012), lo que significó un incremento de más del 100%, sin embargo, estas carnes ocupan el tercer lugar en las preferencias del consumidor venezolano precedidas por las avícolas y las carnes bovinas.

A pesar del incremento en el consumo éste, sigue siendo muy bajo comparado con el resto del mundo, China es el mayor consumidor del mundo, para el 2011 el consumo per cápita se ubicó en 65,1 kg/per/año, la unión Europea se sitúa como el segundo consumidor mundial con 42,1 kg/per/año, muy lejos del consumo mundial de 14,7 kg/per/año según FAOSTAT (2012). En América Latina, Paraguay y Brasil son los países con mayor consumo por persona de 16,5 y 13,4 kg/per/año, respectivamente (FAPRI, 2012).

En este sentido, es importante conocer como toman las decisiones los consumidores en cuanto al consumo, entender sus hábitos de compra-consumo y la decisión de elegir determinados alimentos, lo cual inciden de manera directa en las condiciones para promover una vida sana con menos riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Es importante considerar además que el entorno social, laboral y cultural influye en los hábitos de compra de las personas y en sus decisiones de consumo (Shiffman, 1997).

Así mismo, los cambios en los hábitos de compra de los consumidores han influido notablemente en la evolución y transformación de la distribución comercial de alimentos, y por ende en las características de la demanda según criterios que van más allá de la mera satisfacción del hecho de comprar, ya que tiene en cuenta la accesibilidad, la posibilidad de estacionamiento, la variedad de la oferta, las actividades de ocio que puedan complementar con su actividad de compra, entre otras.

Un incremento en el consumo, repercutirá directamente en el crecimiento del sector porcino en el país, por ello, nos planteamos como objetivo de esta investigación indagar los hábitos de compra y de consumo de la carne fresca de cerdo, partiendo de la premisa que el consumo está asociado a variables económicas y sociales como precios, disponibilidad en el mercado, pre conceptos relativos a la calidad, entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo descriptiva, no experimental, de campo basada en observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural al momento de su recolección, sin manipular las variables, para su posterior análisis y de sección transversal, pues se toma una muestra de los elementos de una población en un período de tiempo determinado (Hernández *et al.*, 2003)

La población considerada para el estudio estuvo conformada por los habitantes del municipio Maracaibo de las parroquias donde se concentra el mayor número de comercios o formas de venta de alimentos (Cuadro 1). Destacando que el municipio está conformado por 18 parroquias, de las cuales se seleccionaron para este estudio nueve.

Tomando en consideración el carácter infinito de la población, se procedió determinar la muestra, quedando establecida en 384 individuos, para la cual se utilizó la fórmula citada por Martínez (2005), para este tipo de universo, que expresa:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde: n= tamaño de la muestra

Probabilidad de éxito P = 0,5.

Probabilidad de fracaso Q = 0,5.

Error E = 0,05 5% de error a admitir.

Constante Z = 1,96; 0,25 nivel de significancia.

Se aplicó un muestreo estratificado con afijación proporcional, y varianza máxima de la proporción, de manera que la muestra quedó conformada en la misma proporción en que sus elementos se encuentran en la población (Cuadro 2). La información se obtuvo de las

Cuadro 1. Distribución de los habitantes por parroquias municipio Maracaibo, estado Zulia.

Parroquia seleccionadas del municipio Maracaibo	No Habitantes	(%)
Bolívar	28.659	3,9
Cacique Mara	75.427	10,4
Cecilio Acosta	69.887	9,6
Cristo de Aranza	141.296	19,3
Chiquinquirá	78.735	10,8
Juana de Ávila	88.759	12,2
Manuel Dagnino	104.196	14,3
Olegario Villalobos	97.219	13,3
Santa Lucia	45.462	6,2
Total	729.640	100

Fuente: INE, 2012.

Cuadro 2. Distribución de la muestra por parroquias municipio Maracaibo, estado Zulia.

Parroquia	%	No de muestra
Bolívar	4	15
Cacique Mara	11	42
Cecilio Acosta	10	39
Cristo de Aranza	19	73
Chiquinquirá	11	42
Juana de Ávila	12	46
Manuel Dagnino	14	54
Olegario Villalobos	13	50
Santa Lucia	6	23
Total	100	384

Fuente: Elaboración propia. 2013.

personas que acuden a realizar sus compras en los principales puntos de ventas de carne de cerdo seleccionados al azar en cada parroquia del municipio Maracaibo: carnicerías, charcuterías y supermercados

Se utilizó la técnica de la encuesta estructurada, empleando el cuestionario como instrumento de recolección. Los datos fueron tabulados y codificados, para lograr la organización de la información relativa a una variable. Una vez organizada la información se procesó y se analizaron empleando estadísticas descriptivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los consumidores de carne fresca de cerdo

El porcentaje de personas que consumen carne de cerdo representó el 53% del total entrevistado, la Figura, muestra las características socioeconómicas de este sector de consumidores, donde se observa una diferencia importante en cuanto al sexo, ya que, 54% son hombres y las mujeres representan 46%. En este grupo, la distribución por edades

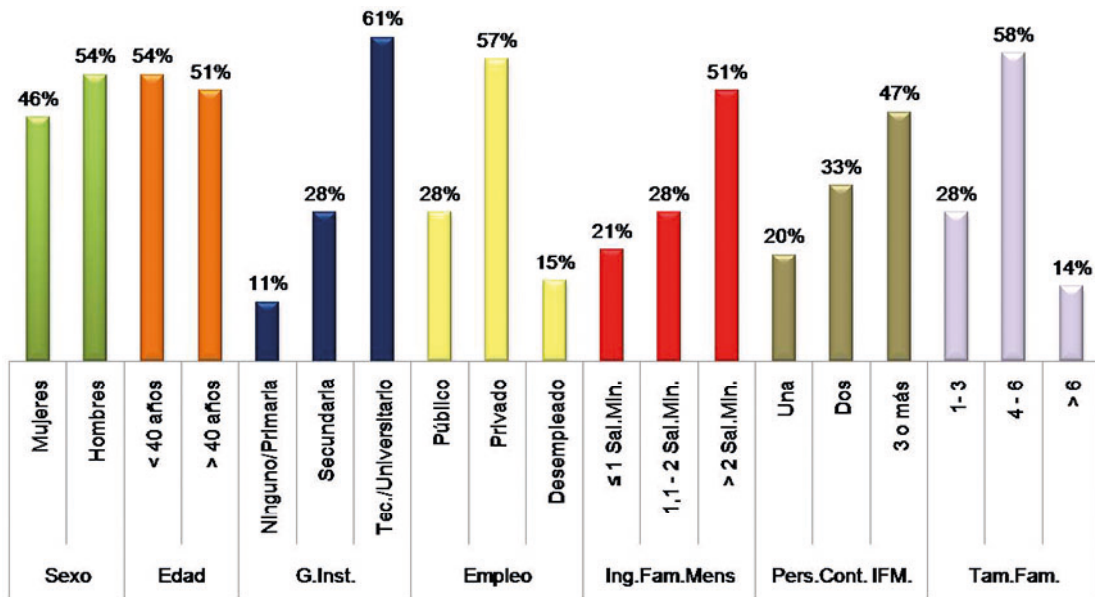


Figura. Características socioeconómicas de los consumidores de carne fresca de cerdo en el municipio Maracaibo, estado Zulia.

no presentó diferencias importantes debido a que los consumidores mayores de 40 años representaron 51% y los menores de 40 años conforman 49%, lo cual indica que la edad no es un factor determinante entre quienes si consumen carne de cerdo.

Por el contrario, en la relación al nivel de estudio, se observa una mayor preferencia por aquellos consumidores que cuentan con estudios de tercer nivel (técnico/universitarios) siendo estos 61% de los entrevistados. Estos resultados coincide con los obtenidos por Mouteira *et al.* (2009) en el cual se observó que la edad y el consumo de carne de cerdo no presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$). Por lo contrario, en la relación entre nivel de estudios y el consumo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,01$), con un mayor número de consumidores en aquellos que contaban con estudios de tercer nivel.

En cuanto a la situación laboral del consumidor se observa que este sector está representado en un 85% por consumidores que poseen un trabajo y de estos la mayoría labora en el sector privado, situación que se refleja en los ingresos de los consumidores puesto que 51% tiene ingresos mensuales superiores a dos salarios mínimos, 28% entre 1,1 y 2 SM y 21% menos de 1 SM, de acuerdo a los resultados se puede

inferir que el consumo está muy influenciado por el ingreso del consumidor, resultado similar reportó Schnettler, 2008 en su estudio en el cual la ocupación como empresarios y empleados particulares consumían mayormente cerdo (54,9 y 46,1%); respectivamente).

Al respecto de cuantos contribuyen a ese ingreso familiar 47% manifestó que 3 o más miembros contribuyen a este ingreso, en cuanto al número de personas que conforman su núcleo familiar se mantiene la tendencia del estudio de pertenecer a familias conformadas por 4-6 personas 58%, mientras que aquellas conformadas por 1-3 representaron 28%.

Caracterización del consumo de carne fresca de cerdo

Las características del consumo de carne fresca de cerdo se muestra en la Cuadro 3, se observa que el consumo una vez al mes predomina con 42%, seguido por el consumo cada quince días y en forma semanal 27% y 31% respectivamente. Resultado que se corresponde con los obtenidos por García, 2003; en el cual 33% consume mensualmente.

Si se compara este consumo con otras fuentes de proteína animal, se observa, que

Cuadro 3. Frecuencia, cantidad, tipo de comida, corte y forma de preparación de la carne fresca de cerdo por los consumidores.

Frecuencia de Consumo	%	Cantidad	%	Tipo de comida	%	Corte	%	Forma de Preparación	%
Mensual	42	≤ 1Kg	27	Desayuno	3	Chuleta de lomo	20	Asada	57
Quincenal	27	1,1 – 2 Kg	38	Almuerzo	92	Lomito	26	Guisada	16
Semanal	31	> 2 Kg	35	Cena	5	Costilla	33	Plancha	11
						Chuleta de espalda	21	Frita	9
								Horneada	7

Fuente: Elaboración propia. 2013.

los consumidores prefieren la carne de res semanalmente de acuerdo con Segovia *et al.* (2005), 89% de los consumidores marabinos manifestó consumir carne de res más de dos veces a la semana y el 11% una vez por semana.

Con respecto a la cantidad que compra por vez 65% de los consumidores compra 2 Kg o menos, 35% compran más de 2 Kg. De acuerdo con el FENAVI, el consumo total per cápita de todo tipo de carne en Venezuela es aproximadamente de 73,5 kg. Casi el 53% de esta cantidad la suministra el sector del pollo, que representa 38,96 kg por cada individuo en el año. La carne de res proporciona el 33% y la carne de puerco el 14%. El consumo de carne de cerdo ocupa el tercer lugar en la preferencia de los consumidores, debido quizá a que el consumo de pollo está aumentando más rápidamente ya que sigue siendo más económico en relación con otras fuentes de proteína animal, (Cottrell, 2012).

En relación a los cortes preferidos por los consumidores los más consumidos son: las costillas para 33% de los entrevistados, el lomo es preferido por 26% de los consumidores y las chuletas de espalda 21% y de lomo 20% respectivamente, esta preferencia puede estar relacionada con el uso del corte, ya que, 92% de los consumidores manifestaron que la comida del almuerzo es donde más la emplean y que a esa hora le dan más tiempo al organismo para digerirla, resaltando que es una carne que se

consumen durante todo el año, siendo la época decembrina la de mayor preferencia, sobre todo para quienes la consumen una vez al mes.

En lo que respecta a la forma de prepararla o cocinarla, resultó que para la parrilla o asada es la forma predominante para 57% de los consumidores, seguido por quienes la prefieren guisada 16% y a la plancha 11%, se puede inferir que el consumo se asocia con momentos de esparcimientos u ocasiones especiales, considerando el uso u la frecuencia de consumo. Estos resultados coinciden con los reportados por Wim *et al.*, 2010; en los cuales los consumidores comen carne fresca en ocasiones especiales o fines de semana en barbacoas y difieren de los reportados por Duntra *et al.*, 2011, ya que los brasileños comen carne de cerdo en cualquier día u ocasión.

Además de lo antes expuesto, existen factores de naturaleza psicológica que influyen en el comportamiento del consumidor, considerándose la percepción, los motivos, la experiencia, los grupos de referencia como los principales elementos que influyen en la toma de decisión. Estos factores no se presentan por separado pero, generalmente, existe el dominio de uno de ellos sobre los demás en cada consumidor, el Cuadro 4, muestra que 58% de las personas manifestó consumir carne fresca de cerdo por su sabor, 24% por la calidad, la facilidad en la preparación fue el motivo del 15% de los entrevistados y 3% considera su rendimiento,

Cuadro 4. Motivos, percepciones, experiencia, grupos de referencia que influyen en los consumidores de carne fresca de cerdo.

Motivos	%	Percepción	%	Experiencia	%	Grupos de referencia	%
Sabor	58	Beneficiosa	19	Buena	33	Familiares	16
Calidad	24	Dañina	54	Regular	46	Amigos	13
Preparación	15	Rendidora	5	Mala	21	Carnicero	23
Rendimiento	3	Económica	11			Médico	6
		Nutritiva	11			Ninguno	43

Fuente: Elaboración propia. 2013.

a pesar de lo agradable que resulta para el consumidor esta carne, la percepción de alimento perjudicial para la salud y opinión negativa de suciedad y gordura fue manifestado por 54% de los consumidores que la consideran dañina para la salud como un alimento grasoso y perjudicial, solo 19% tiene una opinión positiva y la consideran beneficiosa.

Plantea Arellano (1993), que la experiencia es un elemento del cual depende mucho la interpretación que cada ser se haga de un producto, en este sentido las experiencias que han tenido los consumidores de carne fresca de cerdo acerca del producto demuestran que los encuestados consideran la experiencia una vez consumida para 67% de las personas era regular y mala, este aspecto lo relacionaban principalmente con la salud, en cuanto a la digestión, si había sido fácil o pesada, 33% consideran buena su experiencia al consumir la carne.

Por otro lado, la influencia que ejercen otras personas sobre las decisiones de compra de carne de cerdo se ve representadas, principalmente, por el carnicero de confianza para 23% y la familia 16%, no obstante para 46% de los consumidores no consulta a ninguna persona sobre la compra o el consumo de la carne de cerdo.

En cuanto a los consumidores que manifestaron no consumir la carne fresca de cerdo se pudo determinar que existe en ellos un preconceito muy arraigado en las personas, referido a que la carne de cerdo tiene una bacteria que le hace

daño y es mala para la salud ya que, 48% de los entrevistados manifestaron no consumirla por este motivo. Otra razón manifestada por el 32% de la muestra, fue que no les gusta, mientras que para 20%, la razón es por prohibición médica. Mouteira *et al.*, 2009, obtuvo resultados similares, en su estudio, el principal motivo de no consumo fue la falta de hábito 24%, no les gustaba 20%, aquellos consumidores que no lo hacían por prohibición médica o porque les hacia daño fue de 11%.

En definitiva, estas respuestas indican que existe en la población un importante desconocimiento sobre las cualidades de la carne de cerdo, además de estar sugestionados negativamente, ya que consideran que la misma es perjudicial para la salud, reflejándose en la baja demanda de este rubro si lo comparamos con otras carnes.

El consumo de carne de cerdo según el área geográfica

Al comparar el consumo en las parroquias estudiadas, se observó que no existen diferencias importantes de acuerdo a las zonas geográficas ya que en 4 parroquias (Olegario Villalobos, Santa Lucia, Cristo de Aranza y Cecilio Acosta, la preferencia de los consumidores de carne de cerdo es mayor, en 2 de ellas estuvo dividido en proporciones iguales siendo estas las parroquias Cacique Mara y Manuel Dagnino y solo en las parroquias Bolívar y Juana de Ávila fue mayor la proporción de quienes no consumen carne de cerdo, tal como se observa en la Cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución por parroquia de los consumidores y no consumidores de carne fresca de cerdo.

Parroquia	Si Consumen	No consumen
Olegario Villalobos	84%	16%
Cecilio Acosta	71%	29%
Santa lucia	61%	39%
Cristo de Aranza	57%	43%
Chiquinquirá	55%	45%
Caique Mara	50%	50%
Manuel Dagnino	50%	50%
Juana de Ávila	33%	67%
Bolívar	47%	53%

Fuente: Elaboración propia. 2013.

Caracterización de la compra de carne de cerdo

El lugar de compra preferido para 70% de los consumidores es la carnicería, la razón principal es la cercanía a sus hogares para 54%, la higiene (60%) y la seguridad (25%) son los atributos valorados por los consumidores para la selección del lugar de compra, como se observa en la Cuadro 6, las carnicerías siguen siendo el lugar de preferencia para la adquisición de las carnes en general. La distribución urbana de carne de res es realizada mayormente por los comercios tradicionales (carnicerías, mercados populares, en más del 70% de acuerdo a lo reportado por Segovia *et al.* (2005), siendo la razón vivir cerca y la calidad las razones principales para su elección.

La forma de pago que predomina es de contado para 61% de los consumidores, el ticket de alimentación para 24% y las tarjetas electrónicas para 15%. Es importante destacar el mayor uso que se le otorga a los ticket alimentación y a la cual muchos comercios se han adaptado para satisfacer las necesidades de los consumidores, al respecto estudios similares realizados años anteriores reportan que 89% de los consumidores

que compran en carnicerías pagan de contado, (Segovia *et al.*, 2005)

El atributo relativo al producto de mayor importancia para los consumidores al momento de comprar carne fresca de cerdo es el color para 51%, definido este como un tono rosado oscuro, que presume de animales sanos y de carnes frescas, pudiendo estar asociados a una faena apropiada cuidando el bienestar animal, rechazando los colores oscuros y opacos ya que los consumidores los asocian con carnes de animales adultos y con largo tiempo de conservación, otra característica considerada fue el olor para 19%, la presencia de grasas fue importante para 13% y esta depende del uso, si es para asar requiere de una capa de grasa y si es para otros usos los consumidores las prefieren con poca grasa, relacionando este aspecto con la creencia de que la misma afecta la salud, además se consideraron otras características como la frescura 17% y otros aspectos 5%. Estos atributos coinciden con los valorados por los consumidores para la compra de carne bovina según lo reportado por Segovia y Albornoz, 2005, en el cual el color y la presencia de grasa fueron los mas importantes al momento de la compra.

Cuadro 6. Lugar de compra, razones de preferencia y atributos valorados por los consumidores para la compra de carne fresca de cerdo.

Lugar de compra	%	Razones de preferencia	%	Atributos valorados del lugar de compra	%
Carnicerías	70	Vivir cerca	54	Higiene	60
Supermercados	23	Hacer otras compras	28	Seguridad	25
Otros	7	Confianza	13	Condiciones de la Infraestructura	7
		Precio	4	Precio	8
		Forma de pago	1		

Fuente: Elaboración propia. 2013.

En términos generales, el futuro del sector porcino es favorable siempre y cuando se desarrollen acciones para cambiar la percepción negativa de los consumidores y se incentive el consumo de este tipo de carne como alternativa para el consumo de proteína animal.

CONCLUSIONES

El consumo se da una vez al mes en cantidades de 2 Kg o menos, los cortes preferidos son las costillas y el lomo, los cuales consumen en las comidas del mediodía, predominando la forma de preparación asada.

El sabor de la carne resultó el motivo de consumo más importante, sin embargo, a pesar de lo agradable que resulta para el consumidor esta carne, la percepción es de alimento perjudicial para la salud.

El lugar de compra preferido es la carnicería, la razón principal es la cercanía a sus hogares, predomina el pago en efectivo, el atributo relativo al producto de mayor importancia para los consumidores al momento de comprar carne fresca de cerdo es el color.

En términos generales, el futuro del sector porcino puede ser muy favorable siempre y cuando se desarrollen acciones para cambiar la percepción negativa de los consumidores sobre la carne fresca de cerdo.

LITERATURA CITADA

- Arellano, R. 1993. Comportamiento del consumidor y marketing. México. Editorial Harla.
- Cottrell, D. 2012. Venezuela. Informe anual de pollos 2012. Disponible en línea: <http://www.thefarmsite.com/reports/contents/vpoc12.pdf>. [Feb. 03, 2014].
- Duntra, M., M. Stella, F. Pérez, M. Gattermann, M. Fava y V. Win 2011. Carne de cerdo de consumo en Brasil: desafíos y oportunidades para la cadena de producción porcina de Brasil. *Journal on Chain and Network Science* 2011; 11(2): 99-114.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics in Support of Development (2012). Disponible en línea: <http://faostat.fao.org>. [Feb. 17, 2013].
- FAPRI. Food and Agricultural Policy Research Institute. 2012. Previsiones del consumo per cápita por países hasta 2019. Disponible en línea: http://www.3tres3.com/buscando/previsiones-del-consumo-per-capita-por-paises-hasta-2019_3123/. [Feb. 03, 2014].
- FEDEAGRO Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios. 2012. "Estadísticas del consumo de carnes". Disponible en línea:

- www.fedeagro.org/consumo/carnes.asp. [Dic. 14, 2012].
- García, S. 2003. Caracterización del consumo de carne porcina en la ciudad de Córdoba-Argentina. Disponible en línea: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Mercadodelcerdo/Consumo/Caracterizaci%20ndelconsumodecarneporcinaenlaciudaddecordoba-argentina.pdf>. [Nov. 12, 2013].
- Hernández, S., C. Fernández y P. Baptista. 2003. Metodología de la Investigación. México. Editorial Mc. Graw Hill.
- INE. Instituto Nacional de Estadísticas. 2012. Disponible en línea: <http://www.ine.gov.ve>. [Feb. 08, 2013].
- Martínez, C. 2005. Estadística y Muestreo. Serie textos universitarios: Área matemáticas. Edición 12. Editor ECOE EDICIONES.
- Mouteira, M., E. Marotta y L. Lagreca. 2009. Percepción del consumidor de carne de cerdo en la ciudad de la plata. Disponible en línea: www.uccuyosl.edu.ar/pdf/veterinaria_cuyana/4/03_Mouteira.pdf. [Nov. 12, 2013].
- Schnettler, B., R. Silva, y N. Sepúlveda. 2008. Consumo de carne en el sur de Chile y su relación con las características sociodemográficas de los consumidores. Revista Chilena de Nutrición. Vol.35, Suplemento No 1. 262-271.
- Shiffman, L. y L. Kanut. 1997. Comportamiento del Consumidor. 5ta Ed. México. p. 684.
- Segovia, E. y A. Albornoz. 2005. Conociendo al consumidor de carne. Manual de ganadería de doble propósito. Ediciones Astro Data. Fundación Giraz. pp. 665-670.
- Segovia, E., D. Contreras, D. I. Marcano y A. Albornoz. 2005. Conducta del consumidor de carne bovina según clase socioeconómica en el municipio Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Agroalimentaria. N° 21. pp. 113-121.
- Wim, V., J. Federico, C. Pérez, D. María y K. Krystallis. 2010. Los ciudadanos europeos actitudes y preferencias del consumidor en relación con la carne de cerdo. En Meat Science 84 (2010) 284–292.

NOTA TÉCNICA

Abordaje funcional del subsistema alimentación en fincas doble propósito del valle de Aroa, estado Yaracuy, Venezuela

Functional approach of feeding subsystem in dual purpose farms in the Aroa valley, Yaracuy State, Venezuela

Jorge A. Borges, Mariana Barrios, Espartaco Sandoval, Darwin Sánchez, Lisbeth Dávila y Oswaldo Márquez.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CIAE Yaracuy. Correo electrónico: jborges@inia.gov.ve

RESUMEN

El manejo nutricional de los rebaños bovinos en el país ha ocasionado un bajo comportamiento productivo del rebaño nacional. Bajo estas circunstancias, se planteó el diagnóstico y abordaje funcional del subsistema alimentación en un grupo de 20 fincas bovinas ubicadas en el valle de Aroa, estado Yaracuy, durante los años 2010 y 2011. La información diagnóstica se recopiló mediante la aplicación de un instrumento y observaciones exploratorias en las fincas; partiendo de las necesidades diagnosticadas, se diseñó y ejecutó un plan de trabajo que contempló actividades de formación y acompañamiento técnico con los productores, por un periodo de 18 meses. Se consiguió un aumento significativo ($P \leq 0,0065$) en la adopción de la suplementación estratégica en los rebaños, ubicándose en un 85% al finalizar el periodo de abordaje. Las prácticas establecidas con mayor relevancia ($P \leq 0,05$) fueron: establecimiento y uso de bancos proteicos (30%), elaboración y suministro de bloques multinutricionales (45%) y silajes mixtos (30%) a partir de materias primas locales, adquisición y uso de insumos externos como concentrados (80%) y minerales (85%), y el empleo de pulpa de cítricos (35%) y melaza (40%) como subproductos agroindustriales aprovechables para la suplementación animal con disponibilidad en el estado. Se determina que el proceso de abordaje tecnológico del subsistema alimentación bajo esta metodología fue válido para iniciar y consolidar la mejora alimenticia en estos sistemas de producción bovina.

Palabras clave: Adopción tecnológica, suplementación estratégica, bovinos, materias primas locales, bancos forrajeros.

Recibido: 22/05/14 Aprobado: 01/12/14

ABSTRACT

The nutritional management of cattle herds in the country had resulted in a low production behavior of the animal. Under these circumstances, the diagnosis and functional approach to the feeding subsystem in a group of 20 bovine farms located in the Aroa Valley, at Yaracuy state, during the years 2010 and 2011 was raised. Diagnostic information was collected by survey application and observations exploratory on-farm; based on diagnosed needs, a work plan designed and executed, which included training and technical support to producers for a period of 18 months. A significant increase ($P \leq 0,0065$) in the adoption of strategic supplementation in herds, reaching 85% at the end of the period approach was achieved. Established practices more relevant ($P \leq 0,05$) were: establishment and use of protein banks (30%), development and provision of multinutritional blocks (45%) and mixed silage (30%) from local raw materials, acquisition and use of external inputs such as concentrated feed (80%) and minerals (85%), and the use of citrus pulp (35%) and molasses (40%) like agroindustrial byproducts usable and availability for animal supplementation. Determined that the process of technological approach of feeding subsystem under this methodology was used to start and consolidate food improvement in these cattle production systems.

Key words: Technology adoption, strategic supplementation, bovine, local raw materials, fodder banks.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los sistemas de producción bovina de doble propósito utilizan animales con predominancia de raza Cebú de composición genética indefinida, cuya principal fuente de alimentación se basa en el pastoreo de pastos cultivados y/o nativos, con bajo manejo tecnológico (Boscán y Sandrea, 2004). Por ende, el manejo nutricional de estos rebaños tiende a ser de moderada calidad en ambas épocas del año, ocasionando un bajo comportamiento productivo del animal que no le permite expresar su potencial genético. En consecuencia, la productividad de los sistemas de doble propósito es baja comparada con los sistemas especializados, pero son mucho más adaptados a las condiciones climáticas características de zonas tropicales (Miranda *et al.*, 2002). De acuerdo a estos mismos autores, una de las vías utilizadas para incrementar la producción de los rebaños es la alimentación, provocando esto que en los últimos años se hayan dedicado esfuerzos importantes al desarrollo de suplementos alimenticios alternativos, elaborados principalmente a base de recursos locales y de bajo costo.

En los bovinos de doble propósito la suplementación sigue siendo una necesidad, al menos en algunos estados fisiológicos, pero es necesario que los suplementos que se utilizan puedan optimizar el comportamiento de los animales al menor costo posible (Combellas, 1998).

En el estado Yaracuy, los suelos dedicados a la producción de pasturas dentro de los sistemas ganaderos poseen características de relieve y pH que actúan como factores predisponentes en la disponibilidad de algunos nutrientes (principalmente fósforo y materia orgánica), lo cual afecta directamente la calidad forrajera de los pastos establecidos (Borges *et al.*, 2012). Bajo estas circunstancias, la suplementación puede ser una práctica conveniente, particularmente cuando potencia la eficiencia del uso de los forrajes o corrige condiciones deficitarias de algunos nutrientes (Chicco *et al.*, 1987). Sin embargo, la suplementación estratégica es una práctica relativamente poco aplicada en los pequeños y medianos sistemas de producción bovina, alegándose múltiples factores por

parte de los productores, que van desde el desconocimiento hasta la deficitaria oferta de mano de obra existente.

En función a esta realidad, se planteó la necesidad de diagnosticar y abordar la funcionalidad del subsistema alimentación en un grupo de unidades de producción bovina ubicadas en el valle de Aroa, zona de amplia trayectoria ganadera en el estado Yaracuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en un conjunto de fincas ubicadas en el valle de Aroa, abarcando los diferentes puntos geográficos de los municipios Bolívar (Aroa), Manuel Monge (Carreteras 10, 18, 22, 28 y 36; Sectores Yaguapano, Los Charales y Los Perolones) y Veroes (Sectores El Torito y La Llanada) del estado Yaracuy, considerados los de mayor importancia en cuanto a producción bovina (leche-carne) en el estado. En total se seleccionaron 20 unidades de producción bovina doble propósito, enmarcadas dentro del proyecto de "Mejoramiento de la Ganadería Doble Propósito en el estado Yaracuy", durante los años 2010 y 2011, tomando como criterios de selección que el productor viviese en la propia finca y subsistiese exclusivamente de la actividad ganadera.

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en dos fases, las cuales se describen a continuación:

Diagnóstico inicial: La información diagnóstica se recopiló mediante la aplicación de un instrumento (tipo encuesta) y observaciones exploratorias en las fincas, resultando una matriz frecuencial que permitió determinar las principales limitaciones y/o debilidades del subsistema alimentación en las fincas, siendo agrupados dentro de cinco variables macro que describen la implementación y manejo de:

Suplementación artesanal,

Bancos forrajeros,

Suplementación mineral,

Complementación con harinas y concentrados,

Subproductos agroindustriales.

Abordaje de la situación: Se diseñó y ejecutó un plan de trabajo a partir de las necesidades

diagnosticadas en cada finca y de acuerdo a su nivel tecnológico, el cual contempló actividades de formación y acompañamiento técnico con los productores, así como la dotación de especies vegetales con potencial forrajero para su establecimiento en las fincas. Esta fase tuvo una duración de 18 meses.

La sistematización de los resultados cualitativos se realizó mediante la transformación de los ítems a escalas subjetivas, las cuales fueron analizadas como frecuencias relativas (Chi-cuadrado), empleando el software estadístico InfoStat/Profesional v.2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se consiguió, al finalizar el periodo de trabajo, un aumento significativo en la adopción de la suplementación estratégica general en los rebaños ($P \leq 0,0065$), ubicándose en 60 puntos porcentuales por encima del diagnóstico (25 vs. 85%, respectivamente), lo cual permitió a su vez validar el proceso de abordaje tecnológico del subsistema alimentación, como una metodología válida para consolidar la mejora en estos sistemas de producción bovina. Para poder desarrollar adecuadamente estos sistemas, Preston y Leng (1989) precisan establecer un orden de prioridades en base a las limitaciones existentes, especialmente cuando la oferta forrajera es de muy pobre calidad, destacándose la necesidad de una adecuada suplementación para una función ruminal en equilibrio armónico.

El impacto del abordaje y adopción de las principales alternativas de suplementación estratégica se muestra en la Figura y se describen posteriormente.

En el 35% de las fincas abordadas, sólo existían los bancos energéticos establecidos principalmente en un 21,8% con caña de azúcar (*Saccharum* spp.), 8,8% con King Grass cv. Camerún (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y un 4,4% con Maralfalfa (*P. purpureum* Híbrido), con un manejo agronómico deficiente que no garantizaba una calidad forrajera adecuada. Mediante el abordaje, se logró incrementar a un 75% el establecimiento de bancos energéticos (45%) y proteicos (30%), estos últimos casi desconocidos por los productores, aplicando un manejo adecuado para cada especie en

ambos casos, a fin de garantizar una óptima producción de biomasa, tanto en cantidad como en calidad. Se incorporaron las especies con potencial proteico *Gliricidia sepium* (12%), *Leucaena leucocephala* (8%), *Morus alba* (5%) y *Trichanthera gigantea* (5%), de acuerdo a su adaptación en las zonas. El objetivo de estos bancos forrajeros es que permitan disponer de abundante alimento de buena calidad para los animales, ya sea sólo para la época seca o para cualquier otro período de crisis alimenticia que se pueda presentar en finca a través del año, sin tener que recurrir a medidas desesperadas que a la final originan un desbalance en la rentabilidad de los sistemas pecuarios.

La suplementación artesanal se incrementó en un 50% al finalizar el abordaje de las fincas. Entre estas alternativas se encuentran los bloques multinutricionales, cuya práctica de elaboración artesanal con recursos locales (provenientes de los bancos forrajeros) y suministro pasó de un 25 a un 45% de adopción por parte de los productores, al igual que la suplementación con silajes mixtos artesanales, elaborados a pequeña escala (sacos y/o pipas) en base a caña de azúcar o pastos de corte + *G. sepium*, que resultó adoptada por el 30% de los productores. Ambas tecnologías resultan de fácil adopción en las fincas gracias a la baja complejidad para su elaboración y uso, contribuyendo a mejorar el estado nutricional, y en algunos casos sanitario, de los bovinos (Urdaneta y Borges, 2011; Sánchez *et al.*, 2013).

El suministro de suplementos minerales subió 50 puntos porcentuales posterior al abordaje del subsistema, siendo la aplicación de minerales *ad libitum* la más significativa de las prácticas adoptadas (75%), mientras que el suministro de sal pecuaria sólo se incrementó en un 15%, debido a que era, antes de la intervención del subsistema, el suplemento mayormente aplicado por los productores a sus rebaños (70%). Debido a las marcadas deficiencias de nutrientes como el fósforo, existentes en los suelos dedicados a la ganadería en el valle de Aroa (Borges *et al.*, 2012), la suplementación mineral constituye un importante avance en el manejo de estos sistemas productivos, ya que directamente influye sobre el desempeño productivo y reproductivo de los animales, mejorando conjuntamente con otras prácticas, los intervalos entre partos y la

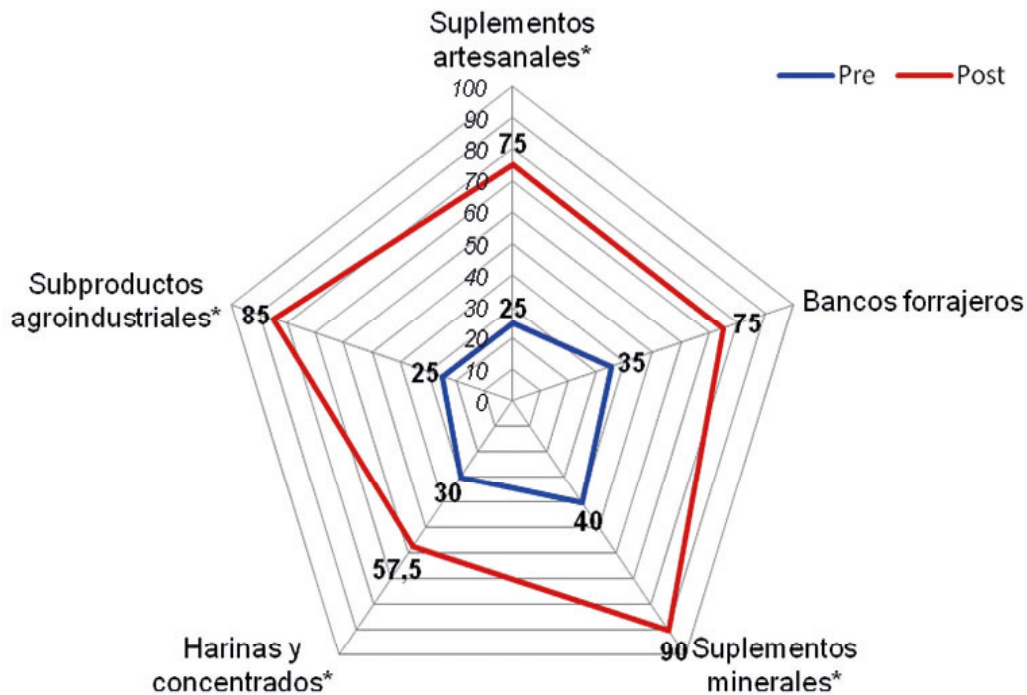


Figura. Adopción de las principales alternativas de suplementación estratégica, pre y post abordaje funcional, dentro del subsistema alimentación en fincas doble propósito del valle de Aroa, Yaracuy (* $P \leq 0,05$).

tasa de natalidad, como lo señala Sánchez *et al.* (2012).

La complementación con concentrados y harinas pasó del 30 al 57,5% de adopción, siendo el uso de concentrados el de mayor peso post-abordaje funcional (45%). La inclusión de harina de maíz como complemento a la dieta del rebaño, pasó de ser empleada en un 25 a un 35% de las fincas intervenidas. Esta última alternativa representa una excelente ventaja para los productores, ya que este material residual del proceso de molienda en la agroindustria, constituye un recurso rico en proteína, aceites y fibra aprovechables por los rumiantes para sus procesos metabólicos y productivos.

La adquisición y uso de subproductos agroindustriales se ubicó en un 85% al final del abordaje de las fincas. El uso de cebada no mostró variación alguna (15%), mientras que la pulpa de cítricos (naranja) y la melaza si mostraron un incremento significativo en cuanto a la adopción como suplemento alimenticio a los

rebaños (35 y 40%, respectivamente). El uso del palmiste como fuente de grasa sobrepasante sólo fue adoptado por el 10% de los productores. Cabe destacar que estos subproductos son de fácil ubicación en el estado, debido a la presencia de agroindustrias que generan estos residuos, como los centrales azucareros y empresas extractoras de jugos concentrados y aceites. Este indicador también permitió constatar, de forma indirecta, la capacidad de adquisición de estos subproductos por parte de los productores, debido a los costos de adquisición y transporte desde las empresas hasta las fincas, resultando de mayor costo el uso de cebada.

En general, la adopción de la suplementación estratégica en estas fincas permitió mantener la producción del rebaño, aun cuando los fenómenos climáticos, como el niño y la niña, hayan causado estragos severos sobre la oferta forrajera durante la época crítica en el municipio Manuel Monge, durante los años 2010-2011, tal como lo señala León *et al.* (2012). No obstante,

se observó que la adopción de las prácticas por parte de los productores se realiza mayormente durante la época seca, correspondiente a los meses de noviembre-abril. No se evidenció planificación previa de la alimentación por parte de los productores, pudiendo aprovecharse el excedente de recursos alimenticios durante la época lluviosa.

Según Méndez (2008), para lograr una buena dinámica de producción y reproducción permanente, cada finca debe asegurar y planificar la producción de alimento para los períodos críticos, produciendo al menos el 80% de los alimentos para el ganado y adquirir solamente aquellos insumos fundamentales para aumentar la producción, como el caso de los minerales y concentrados.

CONCLUSIÓN

El proceso de abordaje tecnológico del subsistema alimentación bajo esta metodología fue válido para iniciar y consolidar la mejora alimenticia, así como el estatus nutricional y productivo de los rebaños en estos sistemas de producción bovina, con buena aceptación por parte de los productores.

LITERATURA CITADA

- Borges, J. A., M. Barrios, E. Sandoval, Y. Bastardo y O. Márquez. 2012. Características físico-químicas del suelo y su asociación con macronutrientes en áreas destinadas a pastoreo en el estado Yaracuy. *Bioagro*, 24(2): 121-126.
- Boscán, M. y M. Sandrea. 2004. Análisis de los componentes del circuito lácteo venezolano. *Revista de Ciencias Sociales (ve)*, X(001): 131-147.
- Chicco C. y S. Godoy. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. **En:** D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.) III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. pp. 47- 103.
- Combellas, J. 1998. Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. Fundación INLACA, Venezuela, 196 p.
- León, M., M. Pérez, E. Soto, D. Verasteguí y M. Gutierrez. 2012. Efectos del niño-oscilación sur sobre las lluvias en Yumare, estado Yaracuy. **En:** Memorias del III Congreso Venezolano de Agrometeorología, San Felipe, Yaracuy. Julio 2012. (CD-Rom).
- Méndez C., J. 2008. Manual de Recomendaciones para el Manejo Sostenible de la Ganadería Bovina de Carne en la Región Chorotega. ISBN 978-9968-877-28-2. MAG/FCG/BN/CORFO-GA. Costa Rica. 72 p.
- Miranda, J., M. Benezra y O. Colmenarez. 2002. Efecto de la suplementación estratégica con germen de maíz sobre la producción de leche y reproducción de vacas de doble propósito. *Zoot. Trop.*, 20(1): 31-47.
- Preston, T. y D. Leng. 1989. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultoría para el desarrollo integrado en el trópico (CONDRIT). Calí, Colombia. pp. 249-253.
- Sánchez, D., M. Barrios, E. Sandoval, J. A. Borges, O. Márquez y L. Dávila. 2012. Efectos de la incorporación de un programa reproductivo integral en fincas doble propósito del valle de Aroa-Yaracuy. 1^{er} Congreso de Ciencia, Tecnología e Innovación LOCTI-PEII. Libro de Resúmenes, Tomo I, pág. 263. Caracas, Venezuela.
- Sánchez, D., M. Barrios, J. A. Borges, L. Dávila, Y. Bastardo y Y. Quiróz. 2013. *Gliricidia sepium* incorporada en bloques multinutricionales y su efecto sobre parámetros hematológicos en becerros anémicos. 2^{do} Congreso de Ciencia, Tecnología e Innovación LOCTI-PEII. Libro de Resúmenes, Tomo I, pág. 490. Caracas, Venezuela.
- Urdaneta, J. y J. A. Borges. 2011. Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes mixtos de *Pennisetum spp. hybridum*. *Mundo Pecuario*, VII(2): 58-63.

NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

Zootecnia Tropical publica cuatro categorías de trabajos: Artículos Científicos, Notas Técnicas, Trabajos Especiales y Revisiones Bibliográficas.

- a) **Artículo Científico:** es un texto de carácter académico-científico que muestra el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Cubre una extensa variedad de temas relacionados con la investigación e innovación tecnológica en las diversas disciplinas del conocimiento agrícola, bajo los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo. Se redactan en vocabulario especializado y formal. Estos deberán ser de carácter innovadores y constituir un aporte al conocimiento científico, tecnológico o metodológico en el área de la producción agropecuaria sustentable y temas afines. La extensión del trabajo no debe exceder de 25 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros, figuras y literatura citada. El trabajo debe incluir las siguientes secciones:

Estudios con enfoque cuantitativo:	Estudios con enfoque cualitativo:
- Introducción: Problema, justificación y objetivos.	- Introducción: Objeto de estudio, justificación y propósitos.
- Materiales y Métodos	- Metodología
- Resultados y Discusión	- Resultados y Hallazgos
- Conclusiones	- Conclusiones y/o aproximaciones
- Agradecimientos (opcional)	- Agradecimientos (opcional)
- Literatura citada.	- Literatura citada.

- b) **Nota Técnica:** Son textos cortos que describen técnicas experimentales, equipos, fenómenos naturales, especies nuevas, resultados parciales o detalle de un trabajo que pueden tener algún interés en sí, aún desligados del conjunto de trabajo que se está realizando. Se usa también para adelantar información sobre resultados obtenidos u observaciones efectuadas, acerca de las cuales se informara después detalladamente en artículos, boletines o

informes técnicos; también se aceptan reseñas de libros recientemente publicados. El mismo no deberá exceder de 12 páginas.

- c) **Revisiones Bibliográficas:** son artículos acerca de temas que por los avances científicos, tecnológicos o metodológicos logrados en los mismos, requieren de una visión más completa, con el fin de facilitar la comprensión de los alcances de dichos adelantos. La información debe ser tratada en forma de disertación, análisis analítico o descriptivo, confrontación o comparación. Estos serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional que hayan realizado aportes en los temas requeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.
- d) **Trabajos Especiales:** son trabajos de un área temática actualizada, de orden científico o técnico, así como de eventos científicos de relevancia nacional e internacional, donde entra a discusión temas de aspecto social, académico, científico, de interés de la sociedad. Los temas serán solicitados a especialistas de reconocida trayectoria profesional y que hayan realizado aportes importantes en los temas sugeridos. El texto se presentará de forma libre y no deberá exceder de 8 páginas.

Para publicar trabajos en las revistas científicas del INIA, los usuarios deben cumplir con los siguientes aspectos:

- a) **Idioma:** Los trabajos pueden escribirse en español, inglés o portugués.
- b) **Formato:** Deben ser escritos utilizando preferiblemente los procesadores de palabras *Open Office Writer*® o en su defecto *Microsoft Office Word*® en cualquiera de sus versiones recientes, fuente Arial tamaño 12 a doble espacio para el texto; para las tablas y referencias Arial tamaño 11.
- c) **Título:** El título será en el idioma correspondiente, con su respectiva traducción en el resumen. Se escribe en letras mayúsculas y minúsculas, debe ser claro y conciso. No debe exceder de

20 palabras. Debe identificar y describir concretamente el contenido del trabajo, sin abreviaturas. Sólo deben incluirse los nombres comunes de plantas, insectos u otras especies cuando se requiere, dejando como palabra clave el nombre científico de los mismos. No debe exceder de dos líneas sin puntos, exceptuando cuando exista alguna subdivisión del mismo.

- d) **Autor (es) y Afiliación:** Primer nombre completo, inicial del segundo y apellidos completos. Después de los nombres se usarán números en subíndices para identificar la información del autor o autores tal como: cargo, institución, correo electrónico, dirección postal donde trabajan. Debe usar el nombre completo de la institución con la abreviatura o siglas entre paréntesis. Igualmente, identificar con un asterisco al autor (es) que fungirá como autor de correspondencia. De manera opcional podrá indicarse alguna aclaratoria sobre la fuente de financiamiento de la investigación y proyecto al cual pertenece.
- e) **Resumen, Abstract o Resumem:** Cada trabajo debe tener un resumen de un párrafo no mayor de 250 palabras, que sea claro y comprensible, en los idiomas correspondientes. Para el caso de estudios con enfoque cuantitativo, se debe indicar de manera sucinta: objetivo (s), el problema, los métodos experimentales, resultados y conclusiones, sin sobrecargarlos con valores numéricos; para estudios con enfoque cualitativo se deben indicar: el propósito, objeto de estudio, la metodología, resultados y aproximaciones. Las referencias a cuadros, figuras y las abreviaturas no definidas, no son aceptables. Los entes biológicos y los suelos deben ser identificados por sus nombres científicos cuando son mencionados por primera vez en el resumen y la primera vez que aparezcan en el cuerpo del trabajo, sin repetirse en el cuerpo del artículo. El idioma del resumen será como se indica a continuación:
 -Trabajo en español: resumen en español e inglés (*Abstract*).
 -Trabajo en inglés: resumen en inglés (*Abstract*) y español (Resumen).
- Trabajo en portugués: resumen en portugués (Resumem) y español (Resumen).
- f) **Palabras clave:** Son aquellas que permiten identificar el tópico que se discute en el texto, tratando de no repetir las que se usen en el título. Debe incluir los nombres científicos de los entes biológicos. Las palabras clave deben permitir localizar el trabajo en los índices y bases de datos agrícolas como el Sistema Agris de la FAO. Máximo seis (6) palabras.
- g) **Introducción:** Su contenido debe expresar además de la importancia del tema a tratar, una breve referencia de los antecedentes que motivaron a la realización del trabajo; puede incluirse la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aporten ideas fundamentales para la realización del trabajo. Para estudios de tipo cuantitativo debe presentar claramente el problema, justificación y los objetivos, un objetivo general y máximo tres objetivos específicos. En el enfoque cualitativo, debe presentar el objeto de estudio, justificación y propósitos. Las referencias en la introducción deben ser limitadas.
- h) **Materiales y Métodos** (Enfoque cuantitativo) **o Metodología** (Enfoque cualitativo): Deben ser lo suficientemente claros y precisos para que otra persona especialista en la materia pueda repetir el experimento o metodología. Para estudios con enfoque cuantitativo, debe ser clara y concreta, siguiendo un ordenamiento lógico de las técnicas empleadas en la investigación y los materiales utilizados. Los procedimientos analíticos y estadísticos usados deberán ser descritos claramente o citados como referencias bibliográficas. En investigaciones de campo deberán incluir además una breve descripción agroclimática de la localidad donde se efectuó el trabajo. Cuando las investigaciones se realicen bajo el paradigma cualitativo, se indica el marco o contexto teórico que describe brevemente conceptos, modelos o enfoques que orientan la investigación y los referentes teóricos relacionados con los discursos de los actores sociales y se indica la naturaleza y tipo de la investigación, los informantes

clave, métodos, técnicas y procedimientos de acopio de la información y las técnicas de interpretación de la información y categorización.

- i) **Resultados y Discusión** (Enfoque cuantitativo) o **Resultados y Hallazgos** (Enfoque cualitativo): Esta sección debe satisfacer los objetivos que señalaron en la introducción, manejando la información cuantitativa a través de cuadros y figuras a fin de transmitir en forma clara la interpretación de los resultados obtenidos. La discusión de los datos deberá hacerse basada en los soportes disponibles en la literatura citada del trabajo. En el enfoque cuantitativo, es necesario el uso de la estadística para verificar la validez de los resultados, cuando así se requiera. En el enfoque cualitativo, se presentan de modo organizado y coherente los resultados de la investigación a partir del procedimiento de triangulación.
- j) **Cuadros:** Cada cuadro se presentará en archivo separado del texto, haciendo alusión a él por primera vez y seguirán la paginación del texto. El contenido de los cuadros no debe ser duplicado en las figuras. En general, las variables están en filas y los tratamientos en columnas. Sólo la primera letra de la primera palabra en mayúsculas. Todos los cuadros deben ser citados consecutivamente en el texto. El encabezados de columnas debe ser conciso e indicar claramente las unidades que utilizan abreviaturas estándar. Los asteriscos se usarán para mostrar el nivel de significancia estadística de 0,05 (*), 0,01 (**) y 0,001 (***) y deben ir acompañados del nombre de la prueba estadística realizada. Para otras llamadas deberán utilizarse otros símbolos. El título del cuadro debe ser concreto y expresar el contenido del mismo. Notas al pie deben utilizarse con moderación y ser concretas. Los cuadros deben ser elaborados utilizando la tabla del programa *Microsoft Office Word®* o *Microsoft Office Excel®* y no deben ser escaneados.
- k) **Figuras:** Se entiende por figura cualquier ilustración que se incluya en el trabajo como: gráficos, dibujos, fotografías, esquemas, dibujos o mapas u otra representación. Estas no deben ser una duplicación de la información de los cuadros. Todas las figuras deben ser citadas consecutivamente en el texto. El título debe colocarse en la parte inferior de la figura. Para las fotografías y otros dibujos digitalizados, los mismos deberán procesarse en formato JPG o TIFF. En cuanto a los gráficos (líneas, barras, circular, entre otros) se recomienda que sean modificables, adjuntando la información con la cual se elabora la figura, de tal manera que cuando se requiere pueda ser mejorada en la diagramación de la revista.
- l) **Conclusiones** (Estudios cuantitativos) **y/o Aproximaciones** (Estudios cualitativos). Deben ser concisas y concretas, basadas en los objetivos del trabajo. En el enfoque cualitativo, las aproximaciones no se limitan a exponer resultados aislados de la investigación como tal, sino que también ilustra el proceso por medio del cual se llegó a las estructuras particulares de los objetos de estudios y a la estructura general o estructuras generales, que los integran
- m) **Agradecimientos** (opcional): Se utilizarán para reconocer a aquellas personas que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia técnica. Igualmente para reconocer a las instituciones que han brindado apoyo financiero a la investigación. El párrafo de esta sección debe ser breve, máximo 10 líneas.
- n) **Literatura citada:** Es responsabilidad del autor asegurarse de que todas las referencias sean correctas. Estas deben ser relevantes para el contenido y todos deben estar citados en el texto. Los elementos que componen la cita bibliográfica son básicamente los siguientes: Autor(es)/Año de publicación/ Título:/subtítulo/(Tipo de medio)/Edición/ Ciudad y país de publicación/Casa editora / Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea/ Descripción física/ Disponibilidad y acceso para los documentos en línea/(Nota de serie).
- o) Se debe presentar en orden alfabético. En caso de un mismo autor en años diferentes, se ordenará de acuerdo al año y en caso de ser igual, según la primera letra del título del trabajo. Se deberá colocar todos los autores integrantes del trabajo citado. Los trabajos

que no han sido publicados no deben referirse en la bibliografía, sino en el texto, colocando inmediatamente después del apellido y entre paréntesis el tipo de fuente donde provino la información (comunicación personal, datos inéditos) y el año en el cual se efectuó la consulta, separado por una coma. Si en el texto, dado el ordenamiento de la frase, se cita el apellido del autor, inmediatamente deberá ser colocado el año correspondiente entre paréntesis. En caso de dos autores se deberán colocar los dos apellidos, separados por una y para el caso de tres o más autores, bastará citar el apellido del primero, seguido de la abreviatura latina *et al.* y el año correspondiente entre paréntesis.

- p) Las referencias deberán contener todos los elementos que permitan su fácil localización, cuya variación está regulada por el tipo de publicación citada. Se seguirán las Normas Técnicas del IICA y CATIE y los ejemplos que se dan a continuación:

- *Revista (ya publicada)*

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

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

Carrillo, V., M. Rodríguez, U. Manrique, D. Vásquez, E. Rivas y J. Fariñas. 2000. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zootecnia Trop.* (En prensa).

- *Suplemento de revista*

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

- *Libros*

Maynard L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz y R. G. Warner. 1989. *Nutrición animal*. Ed. McGraw-Hill, S. A., México. 7ma Ed.

- *Capítulos de libros*

Toledo J.M. y R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la Evaluación Agronómica

de Pastos Tropicales. *En: Toledo J.M. (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica*. R.I.E.P.T. CIAT, Cali, Colombia, pp. 91-110.

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

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

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

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

Noguera E. 1985. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo mediante análisis de registros del rebaño de una estación experimental dedicada a la producción de leche. Tesis de M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 93 p.

García A. 1991. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del rebaño de vacas inscritas en el ROPL en el período 1986 1990. Trabajo de Ascenso. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Venezuela. 33 p.

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

Los documentos electrónicos se tratan como una variante de la publicación impresa tradicional. En forma electrónica se encuentran actualmente monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora u otros. Por tanto se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles: en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas. La fuente de información para el documento electrónico es el documento mismo. Si éste

carece de información, puede ser tomada del recipiente (caja, sobre, otro), sitio web, o material impreso complementario.

Venezian, E. y E. Muchnik. 1994. Structural adjustments and agricultural research in Chile. ISNAR Briefing paper N° 9. Disponible en línea: <http://www.cgiar.org/isnar> [Fecha de consulta].

- *Publicaciones Misceláneas*

Argenti P. y F. Espinoza. 1993. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Pub. FONAIAP (Serie B), Maracay, Venezuela. 20 p.

Para publicar los artículos en las revistas científicas se debe cumplir con las siguientes convenciones tipográficas y estilo:

- a) Título del trabajo en negrilla con la primera letra en mayúscula. Nombres de los autores en minúsculas con mayúsculas las iniciales y sus procedencia en cursiva.
 - b) Los títulos principales de sección (Resumen, Introducción, Materiales y Métodos o Metodología, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada se indican en negrita y colocado en el margen izquierdo. Interlineado en 1.5 y primera letra en mayúscula.
 - c) Los subtítulos en cursiva y sólo la letra inicial en mayúscula. Las dos clases son: (i) cursiva secundarios un puntuado, partidas hombro; (ii) cursiva, texto y puntuado run-on (títulos secundarios).
 - d) La secuencia es siempre (i) a (ii).
 - e) Los Cuadros y Figuras se escriben con las letras C y F en mayúscula.
- f) Abreviaturas: cuando las abreviaturas se definen en el texto, deben ser escritas en mayúscula y negrilla en la primera aparición.
 - g) Los entes biológicos deben ser identificados por sus nombres científicos completos (binomial) en el título así como en el resumen, abstract o resumem y la primera vez que se mencionan en el cuerpo de trabajo.
 - h) Los nombres de productos comerciales deben evitarse, prefiriéndose el nombre genérico. Cuando ello sea posible utilice seguido del símbolo®.
 - i) Los nombres de las variedades, cultivares e híbridos deberán acompañarse de virgulillas o comillas simples sólo cuando se mencionen por primera vez en el resumen, en el abstract o resumem y en el cuerpo del artículo.
 - j) Los suelos deben ser identificados taxonómicamente; si el nombre de la serie no es muy conocido deberá señalarse la familia.
 - k) Los símbolos no tienen plural ni llevan punto (.) después de ellos, y sólo se escriben en mayúsculas aquellos derivados de nombre propios Celsius, Kelvin, Joule.
 - l) Los decimales deben separarse con coma (,) y no con punto (.). Las unidades de mil o millón se indicarán con un espacio en blanco.
 - m) La abreviatura correspondiente a Agronomía Tropical es Agronomía Trop. y de Zootecnia Tropical es Zootecnia Trop.
 - n) Los símbolos a usar son:

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Ácido Graso Volátil	AGV	Índice de Conversión	IC
<i>Ad libitum</i>	Ad lib.	Kilocalorías	Kcal
Aminoácido	aa	Kilogramo	Kg
Bar	bar	Kilogramo/Hectárea	Kg ha ⁻¹
Bloques Multinutricionales	BM	Kilometro	Km
Centímetro	cm	Litro	l
Consumo de Materia Seca	CMS	Materia Orgánica	MO
Coeficientes de Variación	CV	Materia Seca	MS
Coeficiente de Correlación	r	Metro	m
Coeficiente de Determinación	R ²	Metro Cuadrado	m ²
Decímetro	dm	Metro Cúbico	m ³
Desviación Estándar	DE	Metros Sobre el Nivel del Mar	m.s.n.m.
Diferencia Predicha	DP	Micra	μ
Digestibilidad <i>in vivo</i>	DIV	Micromilímetro	microm
Digestibilidad <i>in vitro</i>	DIV	Miliequivalentes	Meq por 100g
Energía Digestible	ED	Miligramo	mg
Energía Metabolizable	EM	Mililitros	ml
Error Estándar	EE	Mililitros por Litros	ml/l
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Milímetro	mm
Fibra Ácido Detergente	FAD	Minuto	min
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Número de la Población	N
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Nitrógeno No Proteico	NNO
Grado Absoluto	°abs	Partes por Millón	ppm
Grados Centígrados	°C	Peso al Nacer	PN
Grados Fahrenheit	°F	Peso al Destete	PD
Grados de Libertad	gl	Porcentaje	%
Grado Kelvin	°K	Por Mil	‰
Gramo	g	Probabilidad	P
Gramo por Kilogramo	g kg ⁻¹	Proteína Cruda	PC
Gramos por Litros	g/l - g.l	Segundo	s
Gramo Joule	J	Tonelada	t
Hectárea (s)	ha	Tonelada/Hectárea	t ha ⁻¹
Heredabilidad	h ²	Tonelada Métrica	Tm

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