



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

Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 31 VOL. 31 No. 3 2013

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. 31 N° 3

Artículos Científicos

Rincón Rodríguez D. D., Semprún Avendaño A. M., Dávila Ojeda M. J., Velásquez González H. A., Morales Avendaño E. D. y Hernández Rangel J. L.
Producción de harina de *Spirulina* máxima para ser empleada como ingrediente en la elaboración de dietas para peces..... 187

Barrios M., Sandoval E., Borges J. A., Sánchez D., Bastardo Rondón Y., Márquez O. y Dávila L.
Perfil leucocitario en becerros anémicos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales 193

Salamanca Carreño A. y Crosby Granados R. A.
Estudio fenotípico del bovino criollo Casanare biotipo araucano. Análisis zoométrico 201

Olivares B. O., Guevara E., Oliveros Y. y López L.
Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela 209

Farfán López C., Rossini M. y De Basilio V.
Efecto de la adición de electrólitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico 225

Hernández G. M., González J. A., Matute I., Araujo M., Linares Z., Pacheco D., Ramírez L., Arvelaez Y. y Palma Y.
Estrategias alimenticias en la alimentación de Postlarvas de Coporo (*Prochilodus mariae*) para una producción sustentable 235

Nota Técnica

Manrique A. J. y Blanco J. L.
Polinización de tomate, calabacín y pepino, con Meliponinos y *Apis mellifera* en invernaderos ... 243

Klein S., Wolff Bueno G., Kleber Lorenz E., Diemer O., Feiden A. e Boscolo W. R.
Aditivos na água de transporte de *Piaractus mesopotamicus*: Efeitos sobre a sobrevivência após estocagem em tanques-rede 255

Aditivos en el agua durante el transporte de *Piaractus mesopotamicus*: Efectos sobre la sobrevivencia después de haber sido mantenidos en jaulas de cultivo 255

Instrucciones al autor 261

TABLE OF CONTENTS Vol. 31 N° 3

Scientific Articles

Rincón Rodríguez D. D., Semprún Avendaño A. M., Dávila Ojeda M. J., Velásquez González H. A., Morales Avendaño E. D. and Hernández Rangel J. L.
Production of Spirulina maxima meal to be used as an ingredient in the manufacture of fish diets 187

Barrios M., Sandoval E., Borges J. A., Sánchez D., Bastardo Rondón Y., Márquez O. and Dávila L.
Leukocyte Profile in anemic calves naturally infected with gastrointestinal nematodes..... 193

Salamanca Carreño A. and Crosby Granados R. A.
Phenotypic study of bovine creole biotype Casanare Araucano. Zoometric analysis 201

Olivares B. O., Guevara E., Oliveros Y. and López L.
Estimation of thermal comfort index as an indicator of heat stress in livestock production in the Guanipa plateau, Anzoategui, Venezuela..... 209

Farfán López C., Rossini M. and De Basilio V.
Effect of the addition of electrolytes in water or feed on productive and some blood variables in broilers under conditions of heat stress 225

Hernández G. M., González J. A., Matute I., Araujo M., Linares Z., Pacheco D., Ramirez L., Arvelaez Y. and Palma Y.
Eating strategies in feeding Coporo postlarvae (*Prochilodus mariae*) for sustainable production..... 235

Technical note

Manrique A. J. and Blanco J. L.
Pollination of tomato, zucchini and cucumber, with stingless bees and *Apis mellifera* in greenhouses 243

Klein S., Wolff Bueno G., Kleber Lorenz E., Diemer O., Feiden A. and Boscolo W. R.
Additives in the water during transportation of *Piaractus mesopotamicus*: Effects of survival rates after stocking in cages 255

Instructions to the author 261

Producción de harina de *Spirulina máxima* para ser empleada como ingrediente en la elaboración de dietas para peces

Production of Spirulina maxima meal to be used as an ingredient in the manufacture of fish diets

David D. Rincón Rodríguez^{1*}, Abraham M. Semprún Avendaño², Martín J. Dávila Ojeda², Humberto A. Velásquez Gonzalez², Ever D. Morales Avendaño³ y Jim L. Hernández Rangel³

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Decanato de Agronomía, Estación de Piscicultura. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. *Correo electrónico: david.rincon@ucla.edu.ve.

²Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

³Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la producción de biomasa seca de *Spirulina maxima* en cultivos discontinuos a escala piloto, estableciendo el promedio de conversión de peso húmedo a peso seco por volumen de cultivo utilizado. El crecimiento de *Spirulina maxima* se realizó con el medio de cultivo Zarrouk diluido en agua destilada (25:75), iniciando en unidades de cultivo de 1 L de capacidad, para luego ser escalados hasta tanques cuadrados, aumentando su volumen con agua potable, bicarbonato de sodio al 20 % y un fertilizante comercial a 1 mL L⁻¹. Los cultivos se mantuvieron protegidos con mallas durante los 29 días hasta la etapa de la cosecha. La biomasa fresca fue colectada, mediante filtración por gravedad, a través de un tamiz de 40 µm, colocándose en bandejas y secadas a 50 °C. En total se realizaron cuatro cosechas con un volumen total de 550 L. de cultivo, obteniendo 2,5 kg. de harina de *Spirulina maxima*; con un promedio de 4,56 g.L⁻¹ de biomasa seca por litro de cultivo, demostrando el alto y viable potencial de cultivo que presenta esta microalga. EL análisis proximal realizado a esta harina, demuestran que el porcentaje de proteína (33,90 % / 100 g.) presente en su composición es aceptable para ser empleada como fuente alternativa en la nutrición de peces para la producción de proteína animal.

Palabras clave: Microalga, *Spirulina maxima*, biomasa, nutrición, peces.

ABSTRACT

The aim of this work was the production of dry biomass of *Spirulina maxima* on a pilot scale batch cultures, as to establish an average conversion from a wet to dry weight basis per volume of culture used. Growth of *Spirulina maxima* was made with the culture medium Zarrouk diluted in distilled water (25:75), starting in farming units of 1 L capacity, before being scaled up square tanks, increasing their volume with water, bicarbonate sodium to 20 % and commercial fertilizer at 1 mL L⁻¹. Cultures were kept covered with mesh in the 29 days until the harvest stage. The fresh biomass was collected by gravity filtration through a 40-micron sieve, placed in trays and dried at 50 °C. A total of four harvests were conducted with a total volume of 550 L. culture, obtaining 2.5 kg. *Spirulina maxima* flour, an average of 4.56 gL⁻¹ of dry biomass per liter of culture, demonstrating the potential of high and sustainable crop that this microalgae has. The proximal analysis of this meal, show that the percentage of protein (33.90 % / 100 g.) present in the composition is acceptable to be used as an alternative source in the nutrition of fish in order to produce animal protein

Key words: Cultivation, *Spirulina maxima*, dry biomass, nutrition, fish.

Recibido: 20/07/12 Aprobado: 28/05/14

INTRODUCCIÓN

La acuicultura representa una de las opciones que puede contribuir efectivamente al desarrollo de los países, debido a que por más de un cuarto de siglo, esta actividad ha sido uno de los sectores de producción alimentaria de rápido crecimiento, con un aumento anual del 8,8 % desde 1970 hasta la actualidad. En comparación, el sector ganadero, también en pleno auge, creció con una tasa de tan sólo el 2,8 % anual en el mismo período (FAO, 2007).

Las proteínas de origen animal contenidas en las harinas de pescado, carne o sangre, son excelentes; pero con precios elevados o bien no se encuentran disponibles en cantidades suficientes para abastecer la demanda en el mercado. Entre los criterios de selección de algunas fuentes proteicas alternativas, es necesario considerar que el contenido de proteínas del producto a utilizar, sin importar su origen (animal, vegetal o unicelular), sea lo suficientemente elevado como para permitir sustituciones importantes de la harina de pescado (De la Higuera y Cardenete, 1987).

El género *Spirulina maxima*, es una microalga perteneciente al grupo de las cianobacterias (Nostocales: Oscillatoriaceae), de forma filamentosa simple no ramificada. Su amplio análisis proximal es conocido, donde despunta su enorme porcentaje proteico entre 65 y 75 % (promediado en 70 %), además de la presencia de aminoácidos esenciales necesarios para la dieta de cualquier individuo en desarrollo, por lo cual, se ha utilizado como alimento de diversas especies que van desde insectos, crustáceos, peces, aves de corral, ganado vacuno y porcino e inclusive el hombre.

Es importante indicar, que pequeñas cantidades de *Spirulina* en la dieta de peces produce efectos significativos sobre el crecimiento, utilización del alimento, condición fisiológica, respuesta al estrés, resistencia a enfermedades, así como calidad de la carne en cuanto a contenido de grasa y coloración. En algunos países, la *Spirulina*, se emplea como alimento para aves de ornato, gatos y perros, especialmente para las hembras con crías y como tónico para caballos, vacas y sementales (Ramírez y Olvera, 2006).

En este sentido, la producción de fuentes alternativas de alimentos es de suma importancia y el cultivo de *Spirulina* representa una de esas alternativas, puesto que su velocidad de crecimiento es mayor que la de los cultivos agrícolas y muy similar a la de microorganismos como levaduras y bacterias, duplicando su biomasa de tres a cinco días. Además de sus propiedades nutritivas, su cultivo presenta pocas limitaciones, pues crece bien en aguas cálidas y altamente alcalinas, disminuyendo la posibilidad de contaminación con otros microorganismos (Jourdan, 1999). Su pared celular es delgada y carece de celulosa, lo que facilita su digestión, diferenciándose así de las algas verdes como *Chlorella* que también es producida y empleada como alimento en acuicultura. Las cosechas de *Spirulina* no requieren grandes esfuerzos; y finalmente, los estudios de toxicidad revelan que es inocua; se puede emplear como complemento alimentario tanto para animales como para humanos (Coverti *et al.*, 2006).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la producción de biomasa seca de *Spirulina maxima* en cultivos discontinuos a escala piloto, estableciendo el promedio de conversión de peso húmedo a peso seco por volumen de cultivo utilizado

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Investigaciones piscícolas "Dr. Lino Hernández Correa", adscrito a la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, específicamente en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

Cultivo, cosecha, secado y pulverizado de *Spirulina maxima*

El crecimiento de *Arthrospira maxima* se realizó con el medio de cultivo Zarrouk (Zarrouk, 1966) diluido en agua destilada en proporción 25:75. Estos cultivos se mantuvieron con aireación continua (aireador sweetwater, modelo-51, 5 HP, EUA.), a temperatura de 29 ± 2 °C, pH de $9,5 \pm 0,5$ y un fotoperíodo de 12:12 (Jourdan, 1999). Se iniciaron en cultivos stock de esta microalga en frascos de 1 L. de capacidad (5 frascos cultivos stock), escalonando el volumen hasta obtener cultivos pilotos dispuestos en tanques cuadrados

de 200 L. de capacidad (4 tanques cuadrados), los cuales se encontraron protegidos por mallas, utilizando únicamente como medio cultivo para estos tanques bicarbonato de sodio al 20% y un fertilizante foliar de reconocida marca comercial (ONICA, Venezuela), a un mL/L.

La investigación tuvo una duración de cuatro meses ininterrumpidos en los tanques de cultivo piloto registrándose cuatro ciclos de cultivo (1 por cada tanque) con temperaturas promedio de $31,2 \pm 2,4$ °C. y pH de $9,8 \pm 0,4$. Estos parámetros fueron medidos dos veces por semana durante cada ciclo de cultivo (YSI profesional plus, EUA). Cada 29 días, se realizó la cosecha de un tanque, donde la biomasa fresca colectada mediante filtración por gravedad y filtrada a través de un tamiz de 40 μ m fue colocada en bandejas para su secado introduciéndola en una estufa pasteur a temperatura de 50 °C (Thelco modelo 368A EUA.), revisándose a diario hasta su secado (aproximadamente 48 h).

Para el pulverizado de la biomasa seca, se utilizó un molino semiautomático y se envasó en seco a una temperatura de 25 °C. Seguidamente, se estableció el promedio de conversión de peso húmedo a peso seco por volumen de cultivo utilizado. Por último, se realizó un análisis proximal completo con el fin de conocer el contenido nutricional de esta harina. Para el pulverizado de la biomasa seca, se utilizó un

molino semiautomático (Electrolux, modelo N24 AKM 4080W, Suecia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen de cultivo total en litros fue de 550 L. (137,5 L./tanque) y la biomasa seca total colectada de harina de *Spirulina maxima* al final de la investigación fue de 2,5 Kg. El promedio equivalente entre biomasa seca por litro de cultivo fue de 4,56g./L. Estos resultados demuestran que se pueden lograr altos índices de conversión de biomasa húmeda a seca de *S. maxima* al ser cultivada a escalas intermedias.

Como se observa en la Figura, el promedio de biomasa seca de *Spirulina* por cosecha se mantuvo por encima de 600 g., considerándose como una cifra importante, debido a que el volumen de cultivo total fue de 550 L.

En el Cuadro, se aprecia la composición química nutricional de la harina de *Spirulina maxima*, donde podemos apreciar que los porcentajes de proteínas y extracto etéreo (grasas) son un tanto bajo, en comparación con lo publicado por Lara *et al.*, 2005; Ramírez y Olvera, 2006 donde presentan esta microalga con un enorme potencial proteico. Los valores proximales que presentó la harina de *S. maxima* en esta investigación, pueden ser un indicador que el medio de cultivo empleado (compuesto por una

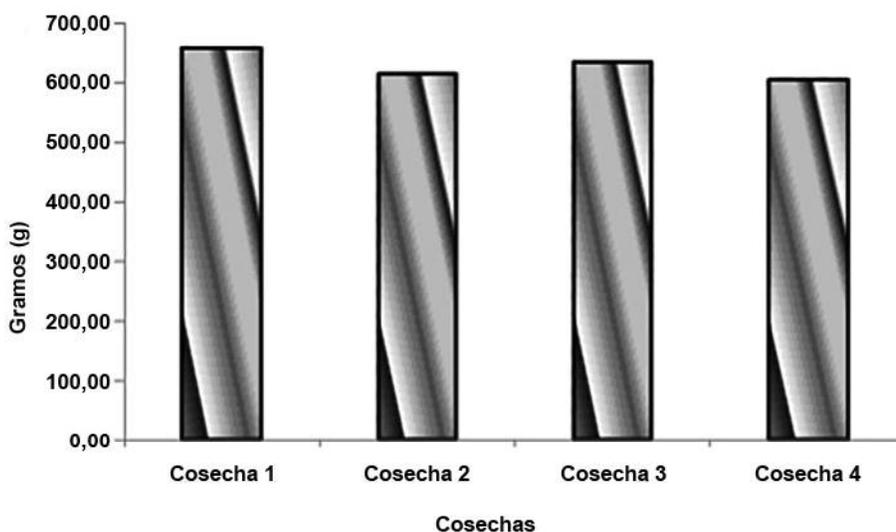


Figura. Cantidades obtenidas por cosecha.

Cuadro. Composición proximal de la harina de *Spirulina* máxima.

Ingrediente	Porcentaje de nutrientes por cada 100 g.					
	Proteína	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Humedad	Ceniza	Extracto Libre de Nitrógeno
Harina de <i>S. maxima</i>	33,90	3,64	1,18	4,28	31,10	25,90

base química, un fertilizante comercial y agua potable) no fue el adecuado para alcanzar todo el potencial nutricional de esta microalga, según lo registrado en varias investigaciones como las de Ximena, 1989; Jourdan, 1999; Colla *et al.*, 2007, donde se utilizaron medios de cultivos provistos con minerales, sales, bases, fuentes nitrogenadas y agua.

A pesar de que estos cultivos fueron realizados a cielo abierto, los valores promedios de los parámetros físico-químicos medidos (32 °C para temperatura y 10 para el pH) se mantuvieron dentro de los rangos establecidos para el cultivo de *Spirulina*, según lo reportado por Jourdan, 1999; Rodríguez y Triana, 2005; Ogbonda *et al.*, 2007.

No obstante, a pesar de no presentar valores muy elevados en cuanto a proteína, la harina de *Spirulina*, podría emplearse en combinación con otros ingredientes para elaborar alimentos completos para la nutrición animal, tal cual lo concluyen Martínez *et al.*, 1993; El-Sayed, 1994; Rincón, 2009; dando por sentado los beneficios a nivel de salud, alimentación, reproducción, sobrevivencia y coloración, en los cuales la *Spirulina* incide directamente, según Coverti *et al.*, 2006; Ramírez y Olvera, 2006.

CONCLUSIONES

La cantidad total de biomasa seca de *Spirulina maxima* obtenida fue de 2.510,44 kg., siendo el promedio equivalente entre la biomasa seca por litro de cultivo de 4,56g. / L.

El cultivo de *Spirulina maxima* a escala intermedia podría ser el comienzo de un sistema de desarrollo sustentable para la producción de harina de esta microalga.

La harina de *Spirulina maxima* posee una composición proximal aceptable para ser utilizada como una fuente alternativa para la nutrición animal.

El cultivo para la producción de harina de *Spirulina maxima*, a ser empleada como fuente de proteína microalgal, representa un avance importante en la tecnología de alimentos con miras a la sustitución parcial o substancial de algunos ingredientes en la alimentación de peces.

La *Spirulina*, representa una alternativa nutricional para la producción de proteína animal (peces) a bajo costo para los sectores más desfavorecidos de la sociedad, incidiendo positivamente en el progreso de la seguridad y soberanía alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación por el financiamiento de esta investigación, bajo la modalidad del Fondo de Investigación, Desarrollo e Innovación.

LITERATURA CITADA

- Colla, L., C. Oliveira, C. Reichert and J. Viera. 2007. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. *Revista Bioresource Technology*, 98 (7): 1489-1493.
- Coverti, A. A. Lodi, A. Del Borghi and C. Solisio. 2006. Cultivation of *Spirulina platensis* in a combined airlift-tubular reactor system. *Biochemical Engineering Journal*. 32: 13–18.

- De la Higuera, M. y G. Cardenete. 1987. Fuentes alternativas de proteína y energía en acuicultura. Industrias gráficas España, SL. Madrid, España, pp. 59-92.
- SAGPyA. Dirección de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Perspectivas en acuicultura: Nivel mundial, regional y local. 2008. Buenos Aires, Argentina. 90 p.
- El-Sayed, A. 1994. Evaluation of sobean meal, spirulina meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings. *Aquaculture*. 127: 169-176.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación. FAO. 2007. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 198 p.
- Jourdan, J. P. 1999. Cultivez votre spiruline, manuel de culture artisanale de la spiruline. Ed. Antenna Technology. París, Francia. 126 p.
- Lara, R., T. Castro, J. Castro, G. Castro, A. Malpica y V. García. 2005. La importancia de *Spirulina* en la alimentación acuícola. *Revista Contactos*. 57: 13-14.
- Martínez, C., M. Chávez, M. Olivera y M. Addo. 1993. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. *Avances en nutrición acuícola* III. pp. 279 - 289.
- Ogbonda, K., R. Aminigo and G. Abu. 2007. Influence of temperature and pH on biomass production and protein biosynthesis in a putative *Spirulina* sp. *Revista Bioresource Technology*. 98 (11): 2207-2211.
- Ramírez, L. y R. Olvera. 2006. Uso tradicional y actual de *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp). *Revista Interciencia*. 31 (9): 657-659.
- Rincón, D. 2009. Evaluación de los niveles de sustitución de harina de pescado por harina de *Arthrospira* (= *Spirulina*) *maxima*, en dietas experimentales para alevines de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). Trabajo de Grado, Facultad Experimental de Ciencias, LUZ. Zulia, Venezuela. 64 p.
- Rodríguez, A. y F. Triana. 2005. Evaluación del pH en el cultivo de *Spirulina* spp. (= *Arthrospira*) bajo condiciones de laboratorio. Trabajo de maestría, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. 106 p.
- Ximena, G. 1989. Cultivo de *Spirulina maxima* para suplementación proteica. *Livestock Research for Rural Development*. 1 (1): 9.
- Zarrouk, C. 1966. Contribution à L'étud d'une cyanophycée. Influence de divers facteurs physyiques et chimiques sur la croissance et la photosynhèse de *Spirulina maxima*. Tesis doctoral, Universidad de Paris, Francia. 90 p.

Perfil leucocitario en becerros anémicos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales

Leukocyte Profile in anemic calves naturally infected with gastrointestinal nematodes

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

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Yaracuy. *Correo electrónico: mbarrios@inia.gob.ve

RESUMEN

Con el objeto de investigar la respuesta leucocitaria generada en becerros anémicos infectados con nematodos gastrointestinales, se tomaron muestras de sangre y heces a 76 becerros mestizos para realizar análisis hematológico y coprológico. En ausencia de anemia, el conteo de leucocitos se mostró dentro del límite de referencia en los animales no parasitados e incrementado significativamente en los animales parasitados (11,76 vs 16,17 x 10³/ul, P<0,05, respectivamente). En animales anémicos el conteo de leucocitos no mostró ninguna modificación ante la presencia o ausencia de parásitos (11,88 y 12,50 x10³/ul, respectivamente). En animales sin anemia, la mayoría de los casos de infecciones parasitarias resultaron leves a moderados, presentando un conteo de leucocitos incrementado solo en los casos leves. Los linfocitos se mostraron como el tipo celular predominante en la respuesta con la participación de eosinófilos y neutrófilos. En animales anémicos la mayoría de los casos fueron moderados a graves, los conteos de leucocitos totales, linfocitos, eosinófilos y neutrófilos se mantuvieron constantes en las infestaciones leves y moderadas, con una disminución significativa de los mismos en las infestaciones graves (P<0,05). Se sugiere que en los becerros anémicos no existe una respuesta leucocitaria adecuada ante el reto parasitario, con un alto número de casos graves.

Palabras clave: respuesta inmune, parásitos gastrointestinales, hematología.

ABSTRACT

In order to assess the leukocyte response generated in anaemic calves infected with gastrointestinal nematodes, blood and feces samples were taken from 76 crossbred calves for hematologic and coprologic analysis. In anaemic animals the leukocyte count showed no significant change in presence or not of parasites (11.88 and 12.50 x 10³/ul, respectively). In animals without anaemia most cases of parasitic infections were mild to moderate, presenting an increased leukocyte count only in mild cases. The lymphocytes were the predominant cell type in the response with presence of eosinophils and neutrophils. In anaemic animals most were moderate to severe cases, the total leukocyte, lymphocyte, eosinophil and neutrophil counts did not show significant change in mild and moderate cases, with a significant decrease in serious cases (P<0.05). It is suggested that in anaemic calves there is no adequate leukocyte response to parasite challenge, with a high number of severe cases.

Key words: immune response, gastrointestinal parasites, hematology.

INTRODUCCIÓN

La anemia es un proceso caracterizado por una disminución en el número de glóbulos rojos (GR) circulante en sangre, una reducción del contenido de hemoglobina en estas células o ambos factores a la vez. Puede ser provocada por pérdida, destrucción excesiva o producción disminuida de este tipo celular (Coles, 1986). Numerosas publicaciones han documentado estudios experimentales en animales y seres humanos, los cuales demuestran que en estados carenciales, como la anemia, se puede reducir la resistencia del organismo a las infecciones, así como afectar de modo adverso el sistema inmunológico.

Dice Figueredo *et al.* (2006), en un estudio realizado en becerros con anemia ferropénica sugieren que la anemia compromete seriamente los mecanismos de defensa del organismo favoreciendo el incremento de la morbilidad por diarreas y neumopatías, pues ésta disminuye la actividad de los macrófagos y la producción de anticuerpos, y el hecho de que algunos animales desarrollen anemia depende por un lado de las reservas orgánicas de hierro al nacimiento y la pobre utilización de otras fuentes como el pasto que, en el animal adulto, debe satisfacer toda su demanda.

La anemia y las infecciones parasitarias son los dos principales problemas sanitarios que afectan a los becerros, reportándose prevalencias superiores al 70 % para ambos padecimientos (Barrios *et al.*, 2010a), por lo que surge el interés de estudiar el comportamiento del perfil leucocitario en becerros anémicos infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de sangre y de heces a un grupo de 76 becerros mestizos, de ambos sexos, con edad y peso promedio de 149 días y 103 kg, respectivamente, provenientes de tres unidades de producción de doble propósito en el sector La 36 del municipio Manuel Monge, estado Yaracuy en Venezuela. A estos animales se les realizó: a) estudio hematológico, para el diagnóstico de anemia y reacción leucocitaria y b) estudio coprológico, para el diagnóstico y cuantificación de la infección parasitaria.

La muestra de sangre se tomó en forma aséptica por venipunción de la vena yugular utilizando el sistema vacutainer y la muestra de heces por estimulación peristáltica de la ampolla rectal utilizando una bolsa de recolección a manera de guante. Estos procedimientos se realizaron según metodología descrita por Sandoval *et al.* (2008).

La concentración de hemoglobina fue determinada por el método de la cianometahemoglobina (kit comercial Hemoglowiener); el hematocrito, por la técnica del microhematocrito y el conteo de eritrocitos con cámara hematimétrica utilizando solución salina al 0,9% como diluyente.

El conteo de leucocitos totales se realizó utilizando cámara hematimétrica y solución de Turk como diluyente. El recuento diferencial de leucocitos se obtuvo contando 100 células a partir de un frotis de sangre periférica coloreado con Giemsa, obteniendo de esta manera contajes relativos, los cuales fueron transformados a valores absolutos considerando el número total de leucocitos como 100 % (Schalm *et al.*, 1981).

Se utilizó la técnica coprológica cuantitativa de McMaster, empleando solución salina hipersaturada como líquido de flotación (Campos y Bautista, 1989).

Se consideraron anémicos a aquellos animales que presentaron una o más de las siguientes condiciones: hemoglobina (Hb) < 10 g/dL; hematocrito (Hto) < 30 %, y/o glóbulos rojos (Gr) < $5,0 \times 10^6/\mu\text{l}$. Se consideraron parasitados a aquellos animales que presentaran más de 50 huevos por gramo de heces (hpg). La clasificación según el nivel de infección se hizo de acuerdo con los criterios establecidos por Skerman y Hillard (1966): casos graves (>700 hpg), casos moderados (300-700 hpg) y casos leves (50-250 hpg).

En base a la presencia de anemia y de infestación parasitaria los animales fueron clasificados en cuatro grupos (Cuadro 1): I.) Sin anemia y sin parásitos, II.) Sin anemia con parásitos, III.) Anémicos sin parásitos y IV.) Anémicos con parásitos. La mayoría de los animales se ubicaron en los grupos III y IV ($n= 11$ y 53 , respectivamente), es decir que el 84 % de los animales presentaron anemia, de los cuales

Cuadro 1. Frecuencia absoluta de becerros con y sin anemia, infectados o no, en forma natural con nematodos gastrointestinales.

	Sin parásitos	Con parásitos	Total	*p
Sin anemia	5 (I)	7 (II)	12	0,56
Con anemia	11(III)	53 (IV)	64	< 0,0001
Total	16	60	76	---
*p	0,13	< 0,0001	---	---

Prueba Ji cuadrado. Diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $P < 0,05$. Los números romanos entre paréntesis, indican el grupo en que fueron clasificados.

14 % no se encontraban parasitados y 70 % si. Del porcentaje de animales sin anemia (grupos I y II) el 7 % no se encontraba parasitado y el 9 % si.

Los valores promedios del estudio hematológico de la serie roja y de la coprología, para los cuatro grupos se muestran en el Cuadro 2, donde se observa claramente como en los grupos I y II los valores hematológicos están normales, respecto a los otros grupos (III y IV), en donde estos se encuentran disminuidos, describiéndose claramente un estado de anemia.

Para el análisis del perfil leucocitario se determinó la media y la desviación estándar, estudiándose la diferencia entre medias, realizando el análisis de varianza. Todo el análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio del conteo de leucocitos ($\times 10^3/\text{ul}$) en becerros con y sin anemia se muestran en el Cuadro 3. En el grupo de animales sin anemia y sin parásitos, el conteo de leucocitos se encontró dentro del límite de referencia ($11,76 \times 10^3/\text{ul}$), mientras que en el grupo de animales sin anemia y con parásitos se observó un incremento significativo de los leucocitos totales ($16,17 \times 10^3/\text{ul}$).

El conteo de leucocitos, es uno de los componentes inflamatorios que se altera ante la irrupción de un agente extraño, tal es el caso de los nematodos, donde normalmente debe existir un incremento en el número de estas células ante el reto parasitario (Bautista, 2009; Barrios *et al.*, 2011). La respuesta inmune contra los nematodos puede ser transitoria y poco eficaz,

desarrollándose a medida que los animales están en contacto con los parásitos, por consiguiente es importante que este contacto se de a temprana edad para que la inmunidad se vaya desarrollando paulatinamente (Villar, 2007).

En el caso de los grupos de animales anémicos, el conteo de leucocitos permaneció normal ante la presencia o no de parásitos ($11,88$ y $12,50 \times 10^3/\text{ul}$, respectivamente). Esta falta de respuesta a la infección parasitaria pudiera estar relacionada con los estados carenciales (deficiencia de nutrientes) propios de los procesos anémicos, ya que los animales anémicos sufren desajustes en su fisiología, condicionándolos a una disminución de sus mecanismos de resistencia (Figueredo *et al.*, 2010).

Se ha demostrado que animales bien nutridos son generalmente menos susceptibles a las infecciones parasitarias, en los cuales, aun si se establecen endoparásitos, sus efectos pasan desapercibidos y se ha demostrado que rupturas en el plano nutricional afectan la inmunidad y permiten el establecimiento de parásitos adultos (Coop y Kyriazakis, 1999). Es tal la importancia de la nutrición en las infecciones por parásitos internos, que algunos autores consideran a ésta como el efecto primario y a los parásitos jugando un papel secundario en la presencia de la enfermedad (Villar, 2007).

Al evaluar la frecuencia de animales sin anemia de acuerdo al nivel de infestación (Figura 1), se observó que la mayoría de los casos resultaron infecciones leves a moderadas, con apenas un caso grave; por su parte el conteo de leucocitos totales mostró un incremento en los casos de infecciones leves que tendió a

Cuadro 2. Valores promedio del estudio hematológico de la serie roja y de la coprológia en becerros infectados o no en forma natural con nematodos gastrointestinales.

Grupos	I	II	III	IV
Hb (g/dL)	11,7 ± 1,2	11,7 ± 1,2	10,5 ± 2,3	9,2 ± 2,1
Hto (%)	33 ± 4	34 ± 4	28 ± 6	26 ± 6
Gr (x 10 ⁶ /uL)	7,92 ± 3,63	10,27 ± 3,34	4,25 ± 2,72	4,43 ± 2,38
hpg	0	450	0	950

Hb: hemoglobina; Hto: hematocrito; Gr: glóbulos rojos; hpg: huevos por gramo de heces. I: sin anemia y sin parásitos; II: sin anemia con parásitos; III: anémicos sin parásitos; IV: anémicos con parásitos.

Cuadro 3. Valores promedio del conteo de leucocitos (x10³/ul) en becerros con y sin anemia infectados o no en forma natural con nematodos gastrointestinales.

	Sin parásitos (x10 ³ /ul)	Con parásitos (x10 ³ /ul)	*p
Sin anemia	11,76 ± 3,34(I)	16,17 ± 4,40(II)	0,04
Con anemia	12,50 ± 3,67(III)	11,88 ± 4,82(IV)	0,69
*p	0,71	0,02	---

*Análisis de varianza. Diferencias estadísticamente significativas, con un valor de P<0,05

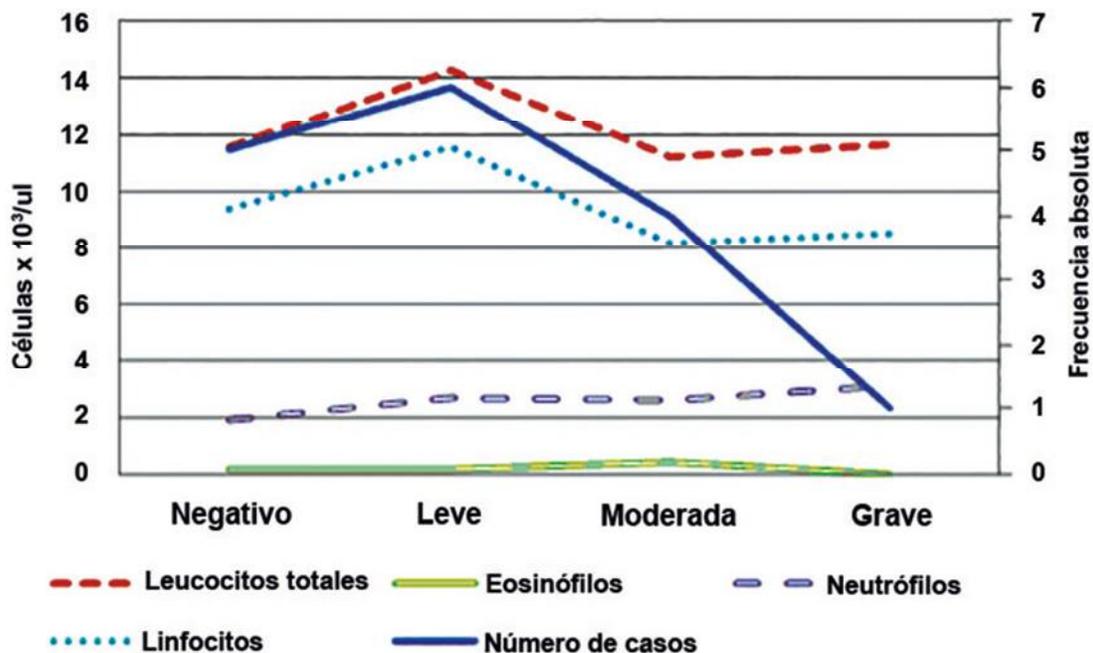


Figura 1. Reacción leucocitaria y frecuencia de animales sin anemia infectados con nematodos gastrointestinales.

normalizarse; todos los cambios observados fueron significativos ($P < 0,05$).

La leucocitosis en los casos leves y moderados probablemente se deba a una respuesta a la infestación, la cual permitió el control de la misma consiguiéndose solo un caso grave, donde el recuento de leucocitos fue normal. El comportamiento de los diferentes tipos de leucocitos, en este grupo, mostró un incremento en el conteo de eosinófilos en los casos de infección moderada, seguido de una caída drástica en los casos graves, resultados que coinciden con los de Sandoval *et al.* (2007) en ovejas; por su parte los neutrófilos, presentaron un incremento progresivo desde los casos leves hasta alcanzar su pico máximo en los casos graves y finalmente los linfocitos presentaron un incremento significativo en los casos leves con una disminución progresiva hasta alcanzar límites normales en los casos de infección moderada y grave, comportándose esta curva de la misma manera que la del conteo de leucocitos totales.

Estos resultados permiten inferir que el tipo celular responsable del incremento en el conteo de leucocitos en los casos leves, es el linfocito, el cual probablemente active una respuesta celular, donde participan los eosinófilos y neutrófilos para controlar la infección (casos moderados), resultando en un número reducido de casos graves.

Los eosinófilos liberan peroxidasa, proteína básica y catiónica, neurotoxinas y una gran variedad de citocinas pro-inflamatorias, quimiocinas y mediadores lipídicos que son perjudiciales para el parásito, lo que las convierte en potentes células efectoras. Los neutrófilos, por su parte, son capaces de fagocitar y producir una serie de citocinas pro-inflamatorias y liberar especies reactivas de oxígeno (aniones superóxido, peróxidos, radicales hidroxilo y halógenos) las cuales son responsables de la expulsión de los gusanos adultos (De Veer *et al.*, 2007; Rothenberg y Hogan, 2006).

Estos resultados reflejan una adecuada respuesta de las células inflamatorias al estímulo antigénico constante (pastos infectados con nematodos gastrointestinales), destacándose el protagonismo de los linfocitos y los eosinófilos en dicha respuesta (Barrios *et al.*, 2011).

Kanobana *et al.* (2003) demostraron que las infecciones primarias y secundarias con el parásito *C. oncophora* están asociadas con dos olas de eosinófilos, la primera independiente de linfocitos T y la segunda dependiente de linfocitos T (CD4+), comprobándose el papel que tienen los eosinófilos como células efectoras contra estadios adultos de este parásito.

En los animales anémicos (Figura 2) la mayoría de los casos fueron moderados a graves, los conteos de leucocitos totales, linfocitos, eosinófilos y neutrófilos se mantuvieron constantes en las infestaciones leves y moderadas, con una disminución significativa de los mismos en las infestaciones graves ($P < 0,05$). Estos resultados sugieren que no existe respuesta leucocitaria adecuada ante la infección parasitaria, permitiendo un gran número de casos moderados y graves. La caída significativa de los leucocitos en los casos graves pudiera estar relacionada a factores parasitarios que logran modular y/o evadir la respuesta leucocitaria (Bautista, 2009; Barrios *et al.*, 2011).

La relación entre el estado nutricional, la respuesta inmune y la susceptibilidad a infecciones ha sido un tema considerado en investigaciones recientes. Es generalmente aceptado que la malnutrición de moderada a severa resulta en un deterioro variable de la respuesta inmune, más notablemente la inmunidad mediada por células, actividad fagocítica, sistema de complemento y la inmunidad de mucosas. Relacionado con el estado nutricional, el hierro es un nutriente esencial para la mayor parte de los tejidos, un factor importante en la actividad vital de cada célula del organismo y cumple varias funciones biológicas en él.

Es importante destacar, que la influencia de la deficiencia de hierro (anemia ferropénica) sobre la respuesta del sistema inmune había sido documentada en animales de laboratorios y roedores, mostrando una reducida síntesis del ADN linfocitario, disminuciones del número de células T, y en la actividad citotóxica (Vale, 1999; Martínez, 2009).

Por otra parte, Papale *et al.* (2008) señalaron que la anemia ferropénica influye en la infestación parasitaria, ya que el hierro se encuentra involucrado en la modulación de la respuesta inmune contra los parásitos. Asimismo, la

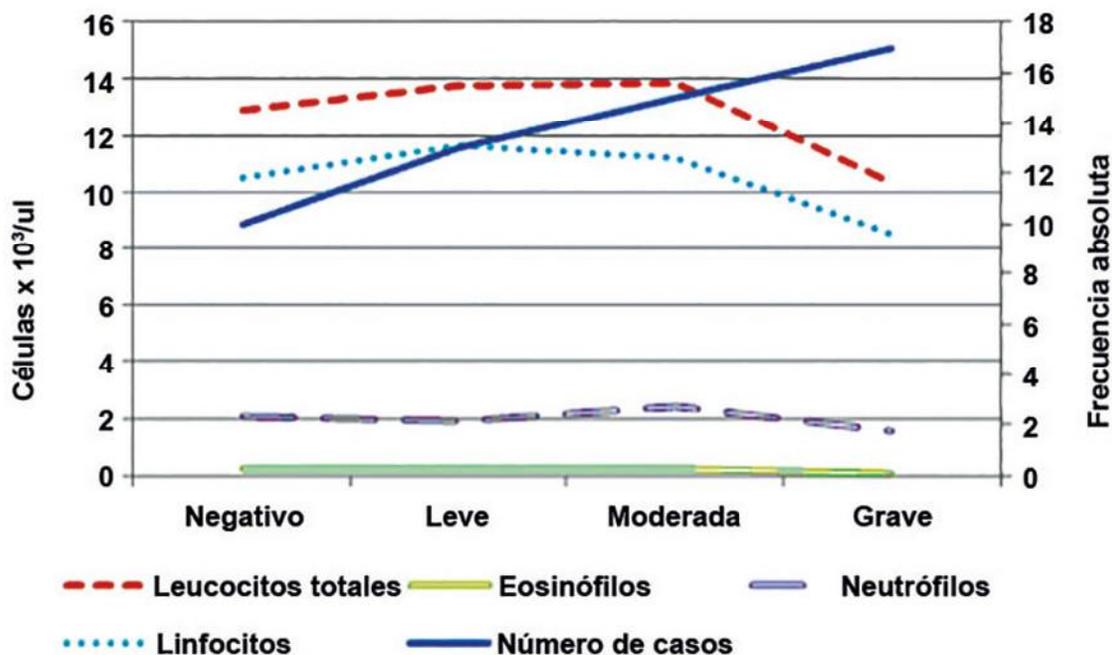


Figura 2. Reacción leucocitaria y frecuencia de animales anémicos infectados con nematodos gastrointestinales.

infección parasitaria contribuye al aumento en la prevalencia de anemia bien sea debido a pérdidas sanguíneas o impidiendo la absorción de estos nutrientes.

Sárközy *et al.* (1985), estudiaron la respuesta inmunitaria frente a Adenovirus tipo 1, inactivado, en terneros anémicos, encontrando una respuesta de anticuerpos neutralizantes, más baja que en los controles. Este grupo sugiere que la anemia es responsable de la pobre respuesta observada en los animales de ensayo.

Adicionalmente, Figueredo *et al.* (2006), demostraron que la anemia en terneros lactantes, aumenta el riesgo de morbilidad general desde 2,2 a 4,5.

CONCLUSIONES

Este estudio sugiere que en los becerros anémicos no existe una respuesta leucocitaria adecuada ante el reto parasitario, con un alto número de casos graves, mientras que, en los becerros sin anemia la reacción leucocitaria resulta efectiva, con un número inferior de casos graves.

Estos resultados abren nuevas perspectivas para realizar más estudios que permitan integrar aspectos bioquímicos, nutricionales e inmunológicos con los diferentes tipos de anemia en la búsqueda de correlacionar los estados carenciales con la susceptibilidad a enfermedades y disfunciones del sistema inmunológico.

LITERATURA CITADA

- Barrios, M., E. Sandoval, O. Camacaro, D. Sánchez, L. Domínguez, y O. Márquez. 2011. Leucograma y perfil proteico en becerros mestizos doble propósito, resistentes y susceptibles a la infestación natural por nematodos gastrointestinales. *Zootecnia Trop.*, 29(3): 363-372.
- Barrios, M., E. Sandoval, D. Sánchez y D. Fernández. 2010a. Efecto de un Tratamiento Antihelmintico sobre los Diferentes Tipos de Anemia Presentes en Becerros Parasitados con Estróngilos Digestivos. *Mundo Pecuario*, VI (1): 06-11.
- Barrios, M., E. Sandoval, R. Belisario, O. Camacaro, L. Domínguez y O. Márquez.

- 2010b. Clasificación de la anemia y su relación con el sexo, edad y carga parasitaria en becerros doble propósito del Valle de Aroa-estado Yaracuy. REDVET, 11(2). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020210/021003.pdf>. [Jun, 06, 2012]
- Barrios, M., E. Sandoval, J. Borges, D. Sánchez, Y. Bastardo y O. Márquez. 2012. La anemia en becerros: una limitante para su desarrollo. *Venezuela Bovina*, 23: 82-84.
- Bautista, C. 2009. Helmintos parásitos de importancia veterinaria: regulación de la respuesta inmunitaria del portador y su uso potencial para el tratamiento de enfermedades inflamatorias. *Vet. Méx.*, 40 (3): 283-291.
- Campos, R. and R. Bautista. 1989. Diagnóstico de helmintos y hemoparásitos de rumiantes. *Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria, A. C.* pp. 24-27.
- Coles, L. 1986. *Veterinary Clinical Pathology*. (4^a ed.) Saunders. Philadelphia, Estados Unidos, pp. 103-105.
- Coop, R. y I. Kyriazakis. 1999. Nutrition-parasite interaction. *Vet. Parasitol.*, 84(3-4):187-204.
- De Veer, Kemp J. and E. Meeusen. 2007. The innate host defence against nematode parasites. *Parasite Immunology*, 29: 1-9.
- Fetterer, R. H. and M. L. Rhoads. 1998. A hemolytic factor from *Haemonchus contortus* alters erythrocyte morphology. *Veterinary Parasitology*. 80 (1): 37-45.
- Figueredo, J. M., M. Abeledo y E. Vega. 2006. Influencia de la anemia en la aparición de procesos diarreicos y neumónicos del ternero. Disponible en línea: <http://www.monografías.com/trabajos40/anemia-ternero/anemia-ternero.html>. [Jun. 06, 2012]
- Figueredo, J. M., M. Abeledo y E. Vega. 2010. Determinación de la prevalencia de anemia en terneros en un sistema de cría artificial. REDVET, 11(3). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310/031007.pdf>. [Jun. 10, 2012]
- INFOSTAT. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Kanobana, K, A. Koets, N. Bakker, H. W. Ploeger and L. Vervelde. 2003. T-cell mediated immune responses in calves primary-infected or re-infected with *Cooperia oncophora*: similar effector cells but different timing. *Int J Parasitol.* Nov;33(13):1503-14.
- Martínez, I. 2009. Comportamiento del hierro sérico y la inmunidad celular en ancianos institucionalizados en el hogar "Santovenia". *Rev Cubana Med Gen Integ.* 25(4): 43-53.
- Papale, J., M. García, M. Torres, Y. Berné, G. Dellan, D. Rodríguez y N. Mendoza. Anemia, deficiencias de hierro y de vitamina A y helmintiasis en una población rural del estado Lara. *An.Venez.Nutr.* 21 (2): 70-76.
- Pino, L. y G. Morales. 2004. Características del parasitismo por nematodos gastrointestinales en rumiantes domésticos de Venezuela. REDVET. Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n01104.html>. [Jun. 13, 2012]
- Rothenberg M. and S. Hogan. 2006. The eosinophil. *Annu Rev Immunol.*, 24: 147-174.
- Sandoval, E., W. Montilla y D. Jiménez. 1997. Evolución de las parasitosis, hematología y crecimiento en becerros predestete en una finca de doble propósito, ubicada en la unidad agroecológica I61 del Valle de Aroa. *Veterinaria Tropical*. 22(2): 101-118.
- Sandoval, E., G. Morales, L. Pino, D. Jiménez, y O. Márquez. 2007. Evaluación del comportamiento leucocitario en ovejas a pastoreo como un criterio para determinar la susceptibilidad a la infección con estróngilos digestivos. REDVET. VIII (9). Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090307/09072.pdf>. [Jun. 13, 2012]
- Sandoval, E., D. Jiménez, O. Márquez, G. Morales y L. Pino. 2008. Manual para la toma y conservación de muestras biológicas con fines diagnósticos en

- rumiantes. Publicación CIEPE. San Felipe, Venezuela. 8 p.
- Sandoval, E., M. Barrios M., G. Morales, O. Camacaro, L. Domínguez y O. Márquez. 2010. Clasificación morfológica de la anemia en vacunos mestizos de doble propósito criados en una zona de bosque seco tropical. *Zootecnia Trop.*, 28(4): 535-544.
- Sárközy, P., V. Pálfi, E. Schultz, A. Misley and F. Williams. 1985. Immune Response in Anaemic Calves. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B*, 32: 317-325.
- Shchelm O., N. Dain, E. Carrol. 1981. *Hematología Veterinaria* (1ª Ed). Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 857 p.
- Skerman, K. and J. Hillard. 1966. A handbook for studies of helminth parasites of ruminants. Near East Animal Health Institute, Teheran. Handbook No 2. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Roma. 196 p.
- Vale, O. 1999. Nutrición, inmunidad e infección en cerdos: papel del hierro, vitamina E y selenio. Una revisión. *Revista Científica, FCV-LUZ*. IX (3):174-179.
- Villar, C. 2007. Efectos del parasitismo gastrointestinal sobre la nutrición en vacunos. Disponible en línea: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/efectos-parasitismo-gastrointestinal-sobre-t1556/p0.htm>. [Jun. 06, 2012]

Estudio fenotípico del bovino criollo Casanare biotipo araucano. Análisis zoométrico

Phenotypic study of bovine creole biotype Casanare Araucano. Zoometric analysis

Arcesio Salamanca Carreño*, René Alejandro Crosby Granados

Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Grupo de Investigaciones Los Araucos. Arauca, Colombia. *Correo electrónico: asaca_65@yahoo.es

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar las principales medidas corporales y sus diferencias por finca y por sexo de la raza bovina criolla Casanare localizada en dos fincas del municipio de Arauca (Colombia). Se utilizaron 57 animales (ocho machos y 49 hembras) a los que se le tomaron nueve medidas corporales: Perímetro torácico (PT), Alzada a la Cruz (ACR), Largo corporal (LCO), Largo total (LT), Largo de la Grupa (LGR), Altura a la grupa (AGR), Ancho anterior de la grupa (AAG), Ancho de cabeza (AC), Largo de cabeza (LC). Los datos se analizaron con el programa estadístico R Project mediante el uso del paquete Rcmdr y las extensiones avaladas por CRAN para el mismo. Para el análisis de significancia sobre las medias entre fincas y entre las variables nominales sexo se aplicó una prueba “t” de Student con el mismo programa. Los promedios por finca fueron de 161,3±12,5 cm (LCO), 126,1±8,9 cm (LT), 49,1±3,7 cm (LC) y 19,5±1,8 cm (AC) con diferencias estadísticas ($P<0,05$); mientras que los promedios para machos y hembras fueron de 53 ±3,9 cm y 48,6 ±3,3 cm (LC) y 20,4±2,15 cm y 19,3±1,8 cm (AC) con diferencias estadísticas ($P<0,05$). Se determina que los bovinos criollo Casanare biotipo araucano son animales de proporciones corporales mediolíneas (brevilíneas), calificado como oligométrico por su peso corporal, con mayor dimorfismo sexual en largo y ancho de cabeza.

Palabras clave: morfología, sabana inundable, medidas corporales.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the main body measurements and their differences per farm and sex of Casanare Creole cattle breed in two farms located in the Arauca municipality. 57 animals were used (eight males and 49 females) and nine body measurements were taken: chest circumference (PT), withers height (ACR), body length (LCO), total length (TL), rump length, (LGR), height at the croup (AGR), anterior hip width (AAG), head width (AC), head length (LC). Data were analyzed with the statistical software R Project package using the Rcmdr and supported by CRAN extensions for the same. For analysis of significance between farms and between nominal variables, a “t” test was applied to evaluate sex differences. The average per farm were 161.3 ± 12.5 cm (LCO), 126.1 ± 8.9 cm (LT), 49.1 ± 3.7 cm (LC) and 19.5 ± 1.8 cm (AC) with statistical differences ($P<0.05$), while the average for males and females were 53 ± 3.9 cm and 48.6 ± 3.3 cm (LC) and 20.4 ± 2.15 cm and 19.3 ± 1.8 cm (AC) with statistical differences ($P<0.05$). It was determined that native Araucanian biotype Casanare cattle are animals with medial body proportions (brevilineal) and rated oligometric by their body weight.

Key words: morphology, flooded savanna, body measurements.

INTRODUCCION

La palabra “criollo” se cree que es de origen francés y se ha utilizado desde la época colonial en América Latina en referencia a las personas y los animales nacidos en la tierra descubierta por los padres importados (De Alba, 1987). En los bovinos, explica a los *Bos taurus* que resultaron del apareamiento realizado en el continente americano del ganado traído de España en la época del descubrimiento y la conquista, los cuales se adaptaron a diferentes ecosistemas debido a un proceso de selección natural (Hernández, 2003).

Dentro de las razas criollas bovinas está la raza Casanare que habita en las sabanas inundables de los departamentos de Arauca y Casanare (Colombia); se estima una área de 587.000 de sabana inundable (Pérez y Vargas, 2001), su topografía es totalmente plana y unos 120 m.s.n.m. (Departamento de Arauca, 2013). Es una raza que sobrevive casi sin cuidados en ambientes hostiles, difíciles y lejos de los centros de consumo; circunscrito a pasturas naturales de baja disponibilidad forrajera sin suplementación mineral, y poco uso de tecnología. La población Casanare ha descendido y está considerada como una raza en peligro de extinción (Salamanca, 2012) ya que su población se estima inferior a los 1000 animales (Bodó, 1992).

En las razas nativas y criollas es importante conocer el tamaño de sus poblaciones, así como determinar su caracterización genética y fenotípica para establecer estrategias apropiadas para su conservación y aprovechamiento (Dzib *et al.*, 2011). La descripción animal, a partir del conocimiento de medidas e índices corporales y de caracteres morfo-funcionales del individuo, es útil para identificar grupos genéticos (De Gea *et al.*, 2008).

Las medidas corporales tienen un uso relevante para los productores dentro de sus fincas y rebaños. Por ejemplo, la alzada a la cruz es un indicador del peso y funcionalidad del ganado bovino; la anchura y longitud de la grupa contribuye a la evaluación de los animales de forma individual o en grupos dentro del hato. (Alderson, 1999). Las características fenotípicas (perfil frontonasal, forma de la cruz, alzada a la cruz y perímetro torácico) de los animales

domésticos son utilizadas en la caracterización exterior de cada una de las razas, pues se mantienen en una población diferenciándola de otras, cuando son consideradas en su conjunto (Canelón, 2005). Una forma de recuperar los recursos genéticos criollos es a través de la selección artificial basada en características morfológicas y funcionales que favorecen las labores de campo, permitiendo su valoración étnica, estableciendo programas de conservación y revalorizando su actitud productiva (Fernández, 2000). La zoometría es utilizada para la descripción de razas animales y marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas; además, permite otros enfoques como la determinación del dimorfismo sexual (Hevia y Quiles, 1993). Así mismo contribuye a la comparación morfométrica entre razas (Parés, 2006; Parés, 2009); y para cuantificar la variación ecológica e identificar y explicar procesos adaptativos de especies y poblaciones (Narváez *et al.*, 2005). El objetivo de este estudio fue caracterizar zoométricamente al bovino Casanare a través de medidas corporales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población y área de estudio

La información analizada fue recolectada en dos fincas localizadas en el municipio de Arauca (Colombia), en la región de sabana inundable. La topografía es plana típica de la llanura. La principal actividad en la producción ganadera es la cría extensiva y extractiva, sin uso de tecnología (UCC, 2012). El rango de temperaturas promedias es de 19 a 35 °C (enero – marzo), con un régimen pluvial mono modal, precipitación anual menor de 1.500 mm de abril a noviembre y humedad relativa del 85 % (Departamento de Arauca, 2013; Ideam, 2013)

Los núcleos de ganado criollo fueron identificados con la ayuda de productores y con reconocimiento de las fincas. Los animales fueron seleccionados teniendo en cuenta los aspectos fenotípicos (tamaño pequeño, temperamento nervioso, prepucio corto, orejas pequeñas y horizontales, mucosas negras, cola corta, ente otros) propios de los bovinos criollos (Hernández, 2003).

Finca Chaparral: Su ubicación geográfica corresponde a 6° 5' 49" Latitud Norte y 70° 33' 9" Longitud Oeste con una, altura de 133 m.s.n.m. (GPS, 2011). Tiene una extensión del orden de 700 has.

Finca La Gloria: Su ubicación geográfica corresponde a 6°,7'13" Latitud Norte y -70°75'3" Longitud Oeste (SIT, 2013). La extensión de la finca es de unas 1500 has., aproximadamente.

Fuente de datos

Se utilizaron 57 animales bovinos criollo Casanare (Finca Chaparral: 28 vacas y siete toros y Finca La Gloria: 21 vacas y un toro). La edad promedia de las 49 vacas fue 7,1±3.9 años y peso corporal de 285,1±49.9 kg; los ocho toros tuvieron edad de 5,0±2.4 años y peso corporal de 306,4±85.5 kg (UCC, 2012). Los datos de tipo fueron procesados en Excel versión 2010 de Microsoft Office, Windows 7 Profesional. Los datos fueron recolectados por seis estudiantes que recibieron una capacitación sobre toma de información en las fincas.

Utilizando una cinta métrica inextensible y regla bovino métrica se midieron nueve variables corporales: Perímetro torácico (PT), Alzada a la Cruz (ACR), Largo corporal (LCO), Largo total (LT), Largo de la Grupa (LGR), Altura a la grupa (AGR), Ancho anterior de la grupa (AAG), Ancho de cabeza (AC) y Largo de cabeza (LC) siguiendo metodología conocida (Parés, 2009; Herrera y Luque, 2009; Fernández *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2001; Martínez, 2008; Martínez *et al.*, 2007).

Análisis estadístico de la información

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva de todas las medidas zoométricas con el programa estadístico R Project (R Core, 2012) mediante el uso del paquete Rcmdr y las extensiones avaladas por CRAN para el mismo (Fox, 2005). Para el análisis de significancia sobre las medias entre fincas y entre las variables nominales sexo (toros y vacas) se aplicó una prueba "t" de Student con el mismo programa. Se calculó la media aritmética como valor de tendencia central y otros estadísticos descriptivos simples como desviación típica y el coeficiente de variación (CV) para determinar la homogeneidad por sexo y por finca. Debido

al escaso número de toros por finca (siete en Chaparral y uno en la Gloria) no se realizó un análisis de diferencias entre toros y vacas por finca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables zoométricas por fincas

Los estadísticos descriptivos de las variables zoométricas se observan en el Cuadro 1. Los animales de Chaparral presentan mayores medidas en LCO, LT, LC y AC con diferencias estadísticas ($P < 0,05$) con promedios globales de 126,1±8.9; 161,3±12.5; 49,1±3.7 y 19,5±1,8 cm, respectivamente. Las diferencias pueden ser debidas a que los animales que forman el núcleo Chaparral han permanecido bastante aislados y en condiciones de un mínimo manejo por parte del productor. Estos bovinos solo son llevados al corral en la época de identificación del propietario que generalmente se realiza anualmente en el mes de mayo. La variación para dichas variables fue muy similar en las dos fincas, indicando que los animales son muy homogéneos en su estructura con CV no superiores al 10% para las dos fincas. En bovinos criollos de Saavedra (Centellas *et al.*, 2008) encontraron uniformidad para 19 medidas corporales con una variación igual que para este estudio; sin embargo, estos bovinos presentaron mayor medida de ACR con respecto a los criollos Casanare estudiados.

La media general para el PT fue de 153,4±10,4 cm y no fue estadísticamente significativa entre fincas ($P > 0,05$); su CV (6,7 %) mostró que son animales homogéneos para esta variable zoométrica. Igualmente, las variables LGR, ACR, AGR, AAG no presentaron diferencias estadísticas entre las fincas y sus promedios fueron de 39,9±4,1; 115,4±5,7; 119,1±5,3 y 37,7±3,7 cm respectivamente (Cuadro 1) y fueron inferiores a las variables zoométricas de bovinos criollos del Uruguay (Rodríguez *et al.*, 2004). Entre tanto, el PT, la ACR y la AGR fue inferior y el LC muy similar al reportado para los criollos argentinos (Martínez *et al.*, 2006).

La ACR es una variable muy utilizada en la valoración de los animales con características lecheras y es considerada como de alta heredabilidad (0,52). Cuando la alzada a la grupa es mayor que la alza a la cruz son animales

Cuadro 1. Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) para las medidas zoométricas (cm) de bovinos criollos Casanare en dos fincas del municipio de Arauca.

Medidas zoométricas	Chaparral (n=35)			La Gloria (n=22)			Promedio general
	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)	
PT	152.5a	10.4	6.7	155.3a	10.5	6.7	153.4±10.4
LCO	128.7a	9.3	7.2	121.8b	6.2	5	126.1±8.9
LT	164.4a	12.2	7.4	156.3b	11.5	7	161.3±12.5
LC	50.3a	3.5	6.9	47.2b	3.2	6.8	49.1±3.7
LGR	40.1a	4.0	10	39.5a	39.5	10	39.9±4.1
ACR	114.9a	4.8	4	116.1a	6.9	5	115.4±5.7
AGR	119.1a	4.7	3.9	119.1a	6.4	5	119.1±5.3
AAG	37.7a	3.3	8	37.7a	4.4	11	37.7±3.7
AC	19.1a	1.9	10.1	20.1b	1.5	7	19.5±1.8

Letras diferentes en la misma fila son significativas ($P<0,05$).

con líneas dorso lumbares ascendentes hacia la grupa, “propias de animales con escasa selección” (Herrera y Luque, 2009).

Según Ginés (2009), la mayoría de la variación en el exterior de los animales es debido a factores ambientales, siendo la temperatura el parámetro climático más importante a la adaptación de los animales; otros factores climáticos como el régimen de lluvias y las condiciones orográficas contribuyen a las variaciones en el desarrollo corporal de los animales, facilitándoles desenvolverse en medios hostiles. Igualmente, Martínez *et al.*, (2007) ratifican que las diferencias en caracteres fenotípicos cuantitativos son producto de efectos ambientales que se consiguen durante un proceso de adaptación.

En bovinos criollos argentinos provenientes de seis ambientes diferentes y mediante análisis de conglomerado se conformaron grupos homogéneos, obteniéndose mediante análisis discriminante cuatro grupos morfológicos con medidas intermedias, de mayor y menor tamaño por ser heterogéneos respecto a sus orígenes; los investigadores encontraron diferencias altamente significativas ($P<0,01$) para el perímetro torácico, largo total y altura a la grupa, y discuten que es necesario trabajos de genómica ya que la variación fenotípica puede no relacionarse con la variación genética

(Fernández *et al.*, 2002). Abreu *et al.*, (2003) analizando tres categorías de animales de raza Pantaneiro (vacas, toros y becerros) encontraron que la mayor variación de las medidas corporales correspondió al PT; esta medida fue inferior casi en 50 % a la reportada para la raza Bruna del Pirineus (198,9 cm) (Parés, 2007a) y a la de otras razas como la criolla argentina (179,4 cm) (Fernández *et al.*, 2002).

Variables zoométricas por sexo

Con relación a la variables zoométricas por sexo, el promedio general para LC fue de $53 \pm 3,9$ y $48,6 \pm 3,3$ cm y para AC fue de $20,4 \pm 2,15$ y $19,3 \pm 1,8$ cm para machos y hembras respectivamente, con diferencias estadísticas significativas ($P<0,05$) tal como se observa en el Cuadro 2, con variación similar para los dos sexos. Los resultados son inferiores en las dos variables tanto para machos como para hembras a los reportados para los criollos argentinos (Martínez *et al.*, 2006). Parés (2006), detectó diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$) en las longitudes cefálica y craneal en la raza bovina Bruna del Pirineus procedente de varias regiones, formalizando que las diferencias podrían ser debido a la influencia de otras razas.

La información anterior nos indica que el mayor dimorfismo sexual del bovino criollo Casanare en Arauca se evidencia en el largo y ancho de

Cuadro 2. Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) para las medidas zoométricas (cm) de toros y vacas criollos Casanare en dos fincas del municipio de Arauca.

Medidas zoométricas	Toros (n=8)			Vacas (n=49)		
	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)
PT	156a	16.5	10.6	153.0a	9.4	10
LCO	128.3a	13.6	10.6	125.8a	8.1	10
LT	162.4a	15.9	9.8	161.2a	12.1	10
LC	53.0a	3.9	7.4	48.6b	3.3	10
LGR	40.4a	4.4	11	39.8a	4.1	10
ACR	115.1a	7.7	6.7	115.4a	5.4	0
AGR	119.7a	6.2	5.1	119.0a	5.3	0
AAG	38.4a	4.3	11.1	37.6a	3.7	10
AC	20.4a	2.15	10.5	19.3b	1.75	9

Letras diferentes en la misma fila son significativas ($P < 0,05$).

la cabeza, diferencia también encontrada para el Criollo Limonero de Venezuela (Chirinos *et al.*, 2011). Entre tanto, en el ganado criollo de Oaxaca, México, el dimorfismo sexual más evidente fue para longitud corporal, perímetro torácico, profundidad del pecho, ancho de la grupa y longitud de la grupa (Fuentes *et al.*, 2011). En un trabajo realizado por Abreu *et al.*, (2005) en vacas, terneros y toros Pantaneiros del núcleo Nhumirim encontraron que las medidas corporales LCO, LGR, AAGR y el PT fueron menores al compararlos con los valores medios de la raza Nelore y afirman que esta diferencias se debe principalmente al dimorfismo sexual.

Según Herrera y Luque (2009) estas dos variables son el único rasgo que representa el dimorfismo sexual en los bovinos, los que indica que los machos presentan mayores proporciones en la cabeza respecto de las hembras. Los mismos autores hallaron diferencias estadísticas significativas para las dos variables en las razas bovinas españolas Blanca andaluza, Florida Sevillana, Murciano-Granadina, Malagueña, Castiza y Payoya.

En las demás medidas corporales, aunque no significativas ($P > 0,05$), los toros alcanzaron mayores valores en el PT, LCO, LT, LGR, AAG, mientras en otras variables como ACR y AGR las vacas fueron muy homogéneas (Cuadro 2).

Estos resultados son opuestos a los obtenidos para criollos del Uruguay donde PT, LC y AAG fue diferente, estadísticamente, para machos y hembras (Rodríguez *et al.*, 2004).

Los estudios morfológicos en los bovinos señalan que la variable que mayor diferencia a los toros de las vacas es la AC y en menor proporción el PT. Los machos presentan “la frente ancha y plana así como la cara proporcionalmente corta, mientras que en las hembras la disposición es más estrecha y alargada, en especial en la región correspondiente a la cara” (Martínez *et al.*, 1998, citado por Ginés, 2009). Se resalta la uniformidad de la ACR y AGR en las dos fincas no superando el coeficiente de variación el 5 % (Cuadro 1); entre tanto, para las mismas variables por sexo no fueron superior al 0,01 % (Cuadro 2). En bovinos criollos uruguayos se observó uniformidad para un grupo de 112 animales siendo la ACR la de menor CV (5,5 %) y los machos los de mayor LCO (153,4 cm); igualmente se hallaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre machos y hembras para PT, LCO y AAG, afirmando los autores que para estos bovinos es manifiesto el dimorfismo sexual (Rodríguez *et al.*, 2004).

La ACR fue igual para toros y vacas (115,1 cm y 115,4 cm), igualmente para LGR y AAG las diferencias fueron mínimas. Estas medidas son

muy similares a las reportada para bovinos criollos del Sur del Ecuador (ACR: 116 cm para toros y 119 para vacas); sin embargo, los criollos del Ecuador presentan grupa muy estrecha, con medida promedio de 17 cm para tres poblaciones, mientras que el promedio para LGR es de 41 cm que, además, es considerada corta (Aguirre *et al.*, 2011). Igualmente, en las razas Bruna del Pirineus, Frisona, Limosina, Charoles y Rubia de Aquitania (en España y Francia), la anchura y longitud de la cabeza también presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos, pero con independencia de la raza a la que pertenecía el individuo (Parés y Jordana, 2007).

Mahecha *et al.*, (2002) compararon las medidas bovino métricas de toros y vacas de la raza Lucerna con las reportadas por otros autores en un lapso de 27 años en las mismas explotaciones, y encontraron que la ACR y el PT tuvieron una variación de 0,78 % y -1,11 % respectivamente. Entre tanto, la LCO y el peso vivo se incrementaron en 11,1 % y 9 % respectivamente y explican que este cambio en las medidas corporales se debe al estricto proceso de selección hacia la producción de leche.

CONCLUSIONES

Este trabajo preliminar nos manifiesta información para considerar al bovino criollo Casanare (biotipo araucano) como un animal de proporciones corporales mediolíneos (brevilineos) y calificado como oligométrico por su peso corporal. A pesar de que el ganado criollo Casanare (biotipo araucano) sobrevive en una misma región con características agroecológicas similares, las dos poblaciones de bovinos criollos estudiadas difieren en algunas medidas corporales, por tanto, este estudio zoométrico podría contribuir al establecimiento de patrones raciales y el establecimiento de programas de conservación.

LITERATURA CITADA

- Abreu, U. G., S. A. Santos, J. R. B. Sereno, J. A. Comastri-Filho e M. S. Ravanelli. 2003. Avaliação morfométrica dos bovinos pantaneiros em un núcleo de criação "in situ". VI Congresso Iberoamericano de Razas Criollas y Autóctonas. Recife (Brasil).
- Abreu, U. G. P. de, S. A. Santos, J. R. B. Sereno, J. A. Comastri-Filho y M. S. Ravanelli. 2005. Caracterización morfométrica de los bovinos Pantaneiros del núcleo de conservación in situ de Nhumirim. *Arch. de Zootec.*; 54: 211-216.
- Aguirre, R. L., Ch. A. Bermeo, D. Maza y A. L. Merino. 2011. Estudio fenotípico y zoométrico del bovino criollo de la Sierra Media y Alta de la Región sur del Ecuador (RSE). *AICA 1*: 392-396.
- Alderson, G. L. H. 1999. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. *AGRI*, 25: 45-55.
- Bodó, I. The minimum number of preserved populations. The management of Global Animal Genetic Resource. 1992. *Animal Production and Health FAO 104*: Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/006/t0665e/T0665E05.htm>. [Abr. 30, 2014]
- Canelón, J. L. 2005. Características fenotípicas del caballo criollo. Observaciones en el estado apure. *Arch. Zootec.* 54: 217-220. 2005.
- Centellas, P. D., R. J. N. Vaca., A. J. N. Joaquín, C. R. Peña, R. J. A. Pereira. 2008. Caracterización morfométrica del bovino criollo de Saavedra. IX simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. pp. 145-152.
- Chirinos, Z., G. Contreras, S. Zambrano, E. Molero y A. Páez. 2011. Caracterización del dimorfismo sexual en ganado criollo limonero mediante medidas corporales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 28 Supl. 1: 554-564.
- de Alba, J. 1987. Criollo cattle of Latin America. *Animal Genetic Resources. Strategies for improved use and conservation*. Animal Production and Health paper, FAO 66; edited by John Hodges. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/010/ah806e/AH806E06.htm>. [May. 01, 2012]

- de Gea, G., A. Mellano, A. Petryna, A. Bonvillani y P. Turiello. 2008. Caracterización zoométrica de la cabra criolla de las sierras de los comechingones, Córdoba, Argentina. En: IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zootenéticos. Red CONBIAND, CYTED. Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, 10 al 12 de diciembre.
- Departamento de Arauca. 2013. Clima Aeropuerto Santiago Pérez. Disponible en línea: <http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80099>. [Feb. 02, 2013]
- Dzib, C.A., A. Ortiz de Montellano y G. Torres-Hernández. 2011. Variabilidad morfoestructural de ovinos blackbelly en Campeche, México. 2011. *Arch. Zootec.* 60 (232): 1291-1301.
- Fernández, E. N., R. D. Martínez, A. M. Costas, F. J. L. Rumiano y E. R. Género. 2002. Determinación de grupos morfológicos en hembras de la raza bovina criolla argentina de distintos orígenes. *Arch. Zootec.* 51: 211-216.
- Fernández, G. 2000. Situación de los recursos genéticos domésticos locales del Uruguay. *Arch. Zootec.* 51: 65-82.
- Fox, J. 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software*, 14(9): 1-42.
- Fuentes, M. G., M. M. A. Carmona, V. E. Pérez y Z. Chirinos. 2011. Caracterización del dimorfismo sexual en ganado criollo de Oaxaca, mediante medidas corporales. *AICA* 1: 94-96.
- Ginés, R. 2009. Variación morfológica. En: Valoración morfológica de los animales domésticos. Sociedad Española de Zootenólogos. Coordinador: Carlos Sañudo, pp. 141-165.
- GPS. Global Positioning System. Toma directa, 20 de septiembre de 2011.
- Hernández, B. G. 2003. Un recurso genético valioso: La raza Casanare. En: Mejoramiento Genético para la Ganadería Colombiana. PRODUMEDIOS, Bogotá, DC., pp. 75 - 87.
- Herrera, M. y M. Luque. 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. **En:** Valoración morfológica de los animales domésticos. Sociedad Española de Zootenólogos. Coordinador: Carlos Sañudo. pp. 79-109.
- Hevia, M. L. y A. Quiles. 1993. Determinación del Dimorfismo Sexual en el Pura Sangre Inglés mediante Medidas Corporales. *Arch. Zootec.*; 42: 451-456.
- Ideam. Información Aeronáutica, climatología, precipitación, temperaturas. 2013. Disponible en línea: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/arauca/precipitacion.htm>. [Feb. 02, 2013]
- Mahecha, L., J. Angulo y L. M. Manrique. 2002. Estudio bovino métrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Rev. Col. Ciencias Pecuarias*, 15(1): 80-87.
- Martínez, M. R., T. E. Fernández, C. Abbiati y R. A. Broccoli. 2007. Caracterización zoométrica de bovinos criollos: Patagónicos vs. Noroeste argentino. *Rev. MVZ Córdoba*, 12(2): 1042-1049.
- Martínez, R. D. 2008. Caracterización genética y morfológica del bovino criollo argentino de origen patagónico. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Martínez, R. D., E. N. Fernández, E. Género y A. Broccoli. 2006. Avances en la caracterización genética y morfológica del bovino criollo de origen patagónico. Disponible en línea: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/raza_criolla/30-caracterizacion.pdf. [Feb. 06, 2013]
- Narvaez, B. J. C., A. Acero y R. J. Blanco. 2005. Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*; 29(112).
- Parés, C. P. M. 2006. Medidas e índices cefálicos en la raza bovina "Bruna dels Pirineus" *REDVET* 7(9):1-7; Disponible en línea:

- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090906.html>. [Nov. 03, 2013]
- Parés, I. C., P. M. 2007. Índices de interés funcional en la raza bovina "Bruna Dels Pirineus" REDVET. REDVET 8(6):1-9; Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607.html>. [Oct. 05, 2013]
- Parés, I. C. P. M. 2009. Zoometría. **En:** Valoración morfológica de los animales domésticos. Sociedad Española de Zooetnólogos. Coordinador: Carlos Sañudo, pp. 171-196.
- Parés, I. C., P. M. y I. V. J. Jordana. 2007. Medidas Zoométricas de conformación cefálica en bovinos adultos machos y hembras. Comechingonia Virtual, Revista Electrónica de Arqueología, 2: 71-83. Disponible en línea: <http://www.comechingonia.com/Virtual%202/Pares%20Jordana.pdf>. [Feb. 06, 2013]
- Pérez, B. R. A. y C. O. M. Vargas. 2001. Características de la sabana nativa y su potencial de producción bovina en la llanura inundable de Arauca. Boletín Técnico N° 25. PRONATA-INAT-CORPOICA. 41 p.
- R Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL Disponible en línea: <http://www.R-project.org/>. [Sep. 16, 2013].
- Rodríguez, M., G. Fernández y C. Silveira. 2004. Caracterización morfológica del ganado bovino criollo uruguayo del Parque Nacional San Miguel. Veterinaria (Montevideo); 39 (155-156):39-42.
- Rodríguez, M., G. Fernández, C. Silveira y J. V. Delgado. 2001. Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis Biométrico. Arch. Zootec; 50: 113 – 118.
- Salamanca, C. A. 1995. Contribución al Estudio de la Raza Criolla Casanare en el Departamento de Arauca. Tesis Zootecnista. Bogotá: Universidad Agraria de Colombia, Colombia.
- Salamanca, C. A. 2012. La raza criolla Casanare: Patrimonio genético de las sabanas araucanas. El Periódico de Arauca, pag. 8, Junio.
- SIT-Fedegan. 2013. Sistema de Información Técnica. Proyecto Local Arauca.
- Universidad Cooperativa de Colombia sede Arauca-UCC. 2012. Rescate, conservación y caracterización morfogenética y productiva de la raza bovina criolla Casanare. Informe de un proyecto de Investigación. Arauca: Facultad MVZ.

Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela

Estimation of thermal comfort index as an indicator of heat stress in livestock production in the Guanipa plateau, Anzoategui, Venezuela

Barlin Orlando Olivares^{1*}, Eunice Guevara¹ Yngrid Oliveros² y Luis López³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de investigaciones del estado Anzoátegui, Venezuela. *Correo electrónico: barlinolivares@gmail.com. ²INIA, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). ³Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana (UNEFA). Facultad de Agronomía. Núcleo San Tomé. Anzoátegui, Venezuela.

RESUMEN

La actividad productiva de los animales está afectada por las condiciones climáticas predominantes en cualquier zona, considerándose la temperatura y humedad como los factores más influyentes. El objetivo de este trabajo fue estimar el índice de confort térmico (ITH) en la Mesa de Guanipa y mejorar la comprensión del problema que causa el estrés calórico a la producción pecuaria de la zona. Se utilizó el índice de temperatura y humedad (ITH): $(1,8 * T_a + 32) - (0,55 - 0,55 * HR/100) * (1,8 * T_a - 26)$ a las 8:00 am y 2:00 pm. Se emplearon los datos meteorológicos diarios y mensuales de la estación agrometeorológica de El Tigre y se determinó la frecuencia de ocurrencia de ITH mensual. Los resultados mostraron valores promedios por encima del límite crítico de producción de leche y en condición de alerta para las aves en los meses de la estación seca (febrero y marzo) y en la época lluviosa (octubre y noviembre). El ITH a las 8:00 am estuvo por debajo del nivel crítico (>71). Se reportaron valores diarios del ITH (>79) ubicados en la condición de peligro, donde no se cumplen los requerimientos de confort lo cual puede incrementar la mortalidad por estrés calórico en las aves. Los resultados encontrados indican que se hace necesario tomar precauciones de manejo y sistemas de crianza tanto en bovinos como en aves.

Palabras clave: Estrés calórico, bovinos, aves, Índice de temperatura y humedad.

ABSTRACT

The productive activity of animals is affected by the prevailing weather conditions in any area, the temperature and humidity are considered as the most influential factors. The aim of this study was to estimate the thermal comfort index (THI) in the Guanipa plateau to improve understanding of the problem causing heat stress to livestock production in the area. Temperature and humidity index (THI) $THI: (1.8 * T_a + 32) - (0.55 - 0.55 * HR/100) * (1.8 * T_a - 26)$ at 8:00 am and 2:00 pm were calculated. Daily and monthly weather data from agrometeorological station "El Tigre" were used and the frequency of THI was determined monthly. The results showed average values above the critical limit for milk production and alert condition for birds in the months of the dry season (February and March) and the rainy season (October and November). The ITH at 8:00 am was below the critical level (> 71). Daily values of ITH (> 79) located in the hazardous condition, where no comfort requirements which may increase mortality by heat stress in birds. The results indicate that it is necessary to take precautions in handling and breeding systems in both cattle and poultry.

Key words: Heat stress, bovine, fowl, temperature and humidity index.

Recibido: 19/03/13 Aprobado: 30/06/14

INTRODUCCIÓN

Para obtener un adecuado desarrollo agropecuario en cualquier región es preciso considerar la importancia que establecen cuatro factores, el hombre, la tierra, el agua y el clima (Valle, 2007). Justamente el término clima requiere especial atención, debido a que se entiende como el ambiente donde se manifiesta el potencial productivo en la zona; es necesario conocer con detalles el efecto del clima sobre los seres vivos, con el objetivo primordial de colocar adecuadamente a cada organismo dentro de su medio ambiente.

Uno de los aspectos de interés en la biometeorología animal es el análisis de diferentes formas de evaluar los impactos del ambiente sobre las respuestas productivas y fisiológicas. El conocimiento del régimen térmico del ambiente, junto con el requerimiento térmico de los animales, es una herramienta útil para la toma de decisiones (Echarte *et al.*, 2002; Oliveros *et al.*, 2002), donde el índice de temperatura y humedad (ITH) desarrollado por Thom (1959) es uno de los indicadores más difundido. Este índice es usado como herramienta de manejo en sistemas de producción animal reconociendo tres categorías del estrés térmico y toma de decisiones en relación al ambiente, como lo son: normal, alerta, peligro y emergencia.

De todos los elementos climáticos, la temperatura es uno de los que posee una participación significativa en los procesos fisiológicos, productivos y de comportamiento de los animales domésticos, más aun si estos se encuentran en una región intertropical (Valle, 2007). Dentro de esta región, existe un mínimo, un óptimo y un máximo, térmico que puede repercutir en el inicio de las actividades fisiológicas de los animales. Se puede estimular o provocar el cese del proceso fisiológico para la producción de carne o leche, y aves dependiendo de la especie, edad, raza y de diversos aspectos orientados al manejo animal para beneficiar la producción bajo distintas situaciones de estrés calórico.

También, en los estudios de climatología vacuna, la humedad relativa representa un elemento climático de relevancia para los climas secos de las regiones intertropicales con altas temperaturas ambientales, debido principalmente a la poca diferencia entre la

temperatura del aire y la temperatura corporal de los vacunos, lo que hace que la cantidad de agua que recogen del ambiente se estima sea más o menos proporcional a la humedad relativa del aire en el ambiente donde está expuesto el animal.

En general, las condiciones meteorológicas representan factores exógenos que afectan la fecundidad afectando el proceso ovulatorio, el período de gestación, la ganancia de peso, el nivel o eficiencia de conversión de alimento en carne y/o leche, determinando el nivel de producción de los sistemas con bovinos en las sabanas bien drenadas. Los animales responden directamente a las condiciones físicas del ambiente, las cuales pueden causar estrés físico por ausencia o deficiencia de algunos elementos del clima como lluvias, temperaturas elevadas o bajas, vientos fuertes o constantes (Oliveros, 2008).

Este estudio representa una base teórica y práctica sobre los efectos del clima en la producción pecuaria. Así mismo, pretende estimular la toma de conciencia sobre la importancia del manejo animal en los meses con mayor nivel de estrés calórico en las unidades de producción, se propone la comprensión del problema considerando la magnitud de las pérdidas productivas asociadas, a fin de establecer alternativas de solución viables y al alcance de los productores pecuarios de la zona.

La investigación tiene como objetivo estimar el Índice de confort térmico (ITH) mensual en la Mesa de Guanipa. Los resultados permitirán identificar los rangos de índice y condiciones de confort animal y de estrés por calor (alerta, peligro y emergencia) para condiciones de la Mesa de Guanipa, destacando una prolongada frecuencia de ocurrencia y persistencia de condiciones de estrés para las aves y bovinos. También, se pretende establecer recomendaciones de manejo e implementar sistemas de advertencia que contribuyan a disminuir los efectos adversos de la temperatura en la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está representada por la Mesa de Guanipa (Figura 1) abarcando gran

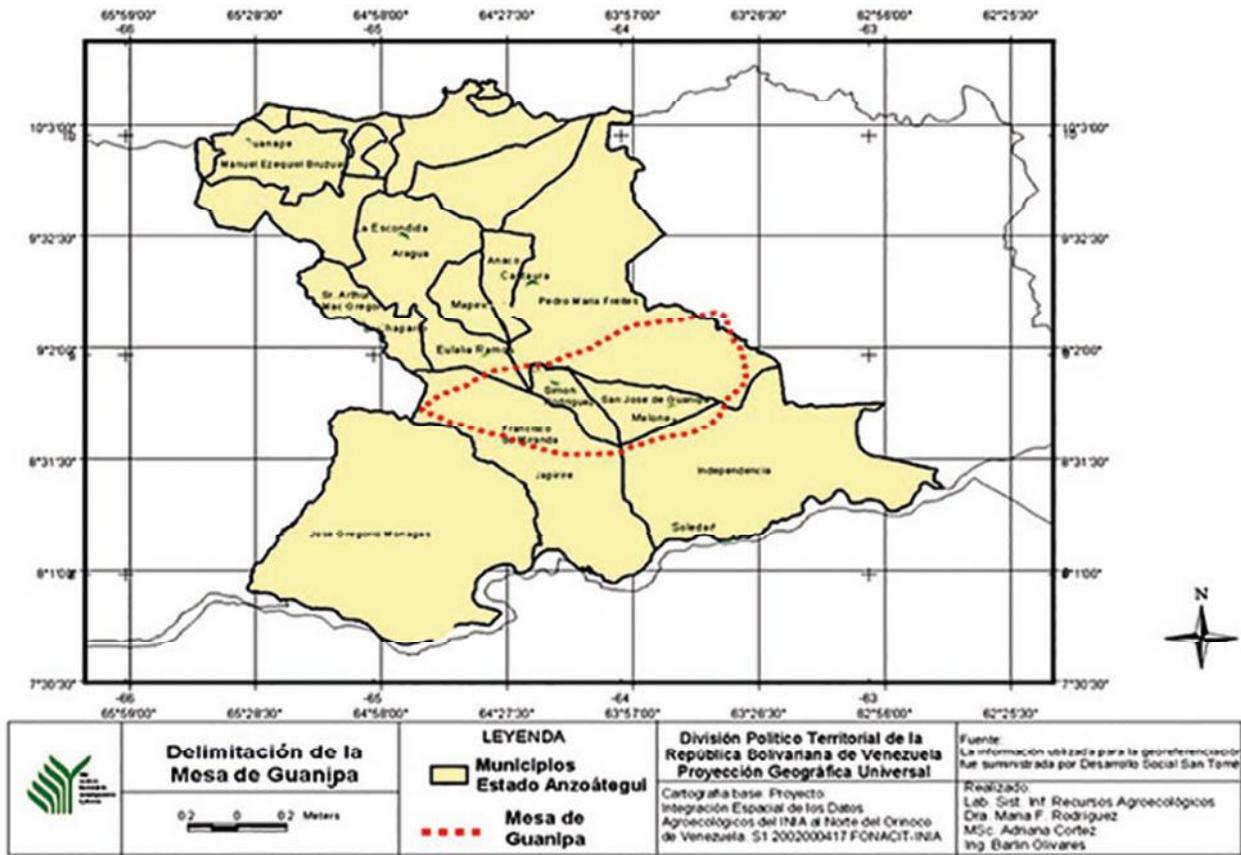


Figura 1. Delimitación de la circunscripción administrativa de la Autoridad de Área de la Mesa de Guanipa, según Gaceta Oficial 8-11-85 y 01-02-89 (Fuente: Rodríguez *et al.*, 2005).

parte del sur de Anzoátegui. El clima de esta zona corresponde a un bosque seco tropical, con vegetación típica de sabana, según el esquema de clasificación de Holdridge (1957). La temperatura media anual es de 26,3°C y la humedad relativa anual de 71 %. De acuerdo a la distribución y a la lámina de lluvia caída, la localidad tiene un régimen pluviométrico estacional anual de 1.100 mm, con una estación seca, que se extiende desde noviembre hasta abril con una alta variabilidad en noviembre y diciembre, estos períodos secos o con menos de 15 mm de lluvia ocurren con un 70 % de probabilidad. La estación lluviosa se extiende desde mediados de mayo hasta mediados de octubre (Caraballo *et al.*, 2005).

Se contó con datos diarios a las 8:00 am y a las 2:00 pm de las temperaturas de bulbo seco y húmedo de la estación agrometeorológica de El Tigre estado Anzoátegui, localizada en las coordenadas: 8° 51' 54" LN, 64° 12' 56" LW y 265

m.s.n.m. La humedad relativa se estimó en forma horaria según los cálculos y conversiones que figuran en Smithsonian Meteorological Tables (List, 1951). El periodo de datos considerados para el estudio fue de 1998-2011. La selección del tiempo de evaluación responde a los criterios de control de calidad de las series de datos climáticos de las estaciones del INIA propuestos por Parra y Cortez (2005); se aplicaron las técnicas de control de calidad de datos para garantizar una estimación confiable.

El índice de Temperatura y Humedad desarrollado por Thom (1959), se calculó a partir de la conversión de Valtorta y Gallardo (1996) (ecuación 1):

$$THI: (1.8 * Ta + 32) - (0.55 - 0.55 * HR / 100) * (1.8 * Ta - 26) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Ta: temperatura del aire (°C)

HR: Humedad del aire (%)

Posteriormente con la estimación del ITH a las 8 am y 2 pm, se establecieron las categorías que determinan la magnitud del estrés para animales en producción según World Meteorological Organization (1989), tal como se muestra en el Cuadro 1.

Mediante el análisis univariado se obtuvieron los estadísticos básicos de los datos: promedio, desviación estándar, coeficiente de variación (%), mínimos, máximos, mediana, asimetría, kurtosis y percentil 75,0 %. Posteriormente, se determinó la frecuencia de ocurrencia del índice de confort térmico promedio mensual utilizando el programado estadístico computarizado InfoStat (2008). Para los resultados y la discusión, se seleccionaron dos meses de la época seca según el régimen de lluvias de la zona (febrero y marzo) y dos meses de la época lluviosa (octubre y noviembre). La escogencia de estos meses responde a valores de la mediana superior a los límites críticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis estadístico del ITH anual

En base al análisis estadístico se puede observar las diferentes variaciones mensuales a lo largo del año en el Cuadro 2; en general todos los meses presentan coeficientes de variación menores a 6,5 %, siendo la época

seca (noviembre a marzo) los meses de menor variación, esto indica la poca estacionalidad del índice de confort térmico (ITH) asociado a la variable temperatura del aire y humedad relativa en la zona.

De acuerdo al ITH se observa en septiembre un máximo de 78, mientras que los mínimos estuvieron entre 54,4 en el mes de julio y 67,9 en el mes de enero, de acuerdo a la mediana, durante las 8:00 am, el índice de confort térmico se encuentra dentro de los límites aceptables para la producción de aves y bovino para ordeño, salvo los meses del periodo octubre-marzo que muestra valores por encima del valor crítico (>72), de acuerdo a los valores de kurtosis el 50 % son negativos, lo que indica que la distribución de los datos se encuentra cercana a la normal. Normalmente los valores del Percentil (75) se ubican dentro de la categoría de alerta, lo que implica que las condiciones ambientales se acercan al límite crítico para la producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar en el Cuadro 3 que el índice de confort (ITH) es superior al valor crítico (>72) para la producción de aves y ganado de ordeño, esto se debe a que en horas de la tarde (2:00pm) se presenta el máximo de temperatura del aire y los valores de humedad relativa se encuentran por debajo de 70 %. En función al coeficiente de variación (ITH) se observa que todos son

Cuadro 1. Categorías del estrés térmico para animales en producción según World Meteorological Organization (1989).

ITH	Categoría	Interpretación
< 70	Normal	Condiciones adecuadas, el animal no está bajo ningún estrés de calor.
71-79	Alerta	Aproximándose al límite crítico de producción; prepararse para tomar precauciones, no dejar los animales expuestos al sol.
80-83	Peligro	Por encima del límite crítico de producción; no someter a los animales a demasiados movimientos.
> 84	Emergencia	Condiciones extremas de estrés calórico en la producción; minimizar cualquier actividad, se deben realizar actividades durante la mañana.

Cuadro 2. Resumen estadístico para el Índice de Confort Térmico a las 8:00 am del periodo (1998-2011) en la localidad de El Tigre, Anzoátegui.

MES	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana	Asimetría	Kurtosis	P(75)
enero	2.2	3.0	67.9	74.2	73.3	-1.3	-0.2	73.6
febrero	2.9	4.0	63.1	74.3	73.3	-1.5	1.3	73.6
marzo	3.0	4.1	63.8	75.3	73.9	-1.1	0.3	74.6
abril	4.2	5.8	64.5	76.7	70.4	0.0	-1.1	76.1
mayo	4.0	5.5	65.4	77.6	71.6	-0.5	-0.9	76.3
junio	3.8	5.1	64.4	76.8	75.7	-0.9	-0.2	76.2
julio	4.3	6.4	54.4	71.4	73.7	-1.1	0.9	75.4
agosto	4.7	6.5	60.4	77.7	71.4	-0.6	-0.5	76.6
septiembre	4.5	6.1	65.3	78.0	71.8	-0.5	-1.2	77.1
octubre	4.7	6.3	60.6	77.5	76.4	-1.1	0.4	77.2
noviembre	3.5	4.7	65.2	77.1	76.0	-1.1	0.4	76.7
diciembre	3.5	4.8	63.1	75.2	74.2	-1.2	0.7	74.8

Cuadro 3. Resumen estadístico para el índice de Confort Térmico a las 2:00 pm del periodo (1998-2011) en la localidad de El Tigre, Anzoátegui.

MES	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Mediana	Asimetría	Kurtosis	P(75)
Enero	4.1	5.4	67.7	80.5	77.9	-0.6	-0.8	79.5
Febrero	4.0	5.1	62.6	80.7	79.4	-1.8	4.9	79.8
Marzo	3.5	4.4	68.8	81.3	80.3	-1.6	1.8	80.7
Abril	4.9	6.6	63.7	82.7	75.6	0.0	-0.3	76.4
Mayo	5.4	5.1	63.4	82.4	75.5	-0.3	-0.7	81.3
Junio	4.2	5.5	68.3	81.8	75.8	-0.6	-0.7	80.7
Julio	4.5	6.5	57.6	80.4	73.2	-0.7	0.2	79.3
Agosto	6.3	8.4	58.3	82.6	74.7	-0.5	-0.2	81.3
Septiembre	6.1	7.9	58.3	82.6	80.6	-1.1	1.1	81.7
Octubre	4.5	5.6	69.2	82.2	81.4	-1.0	-0.4	81.8
Noviembre	2.8	3.5	74.2	82.4	81.0	-0.7	-1.4	81.5
Diciembre	3.0	3.8	69.0	80.7	79.3	-1.0	0.3	79.8

bajos lo que indica poca variación mensual del índice de confort térmico en la zona. De acuerdo a la mediana y P(75), los meses de mayor ITH son marzo, septiembre, octubre y noviembre, lo que indica que en estos meses la producción de aves y leche es mas vulnerable a sufrir una

disminución o afectación significativa debido al aumento de la temperatura del aire y a la poca humedad relativa, incidiendo directamente sobre la mortalidad de pollos, disminución del consumo voluntario y de la producción de leche en bovinos (Tolentino *et al.*, 2008; Corona, 2012).

Al existir la combinación de mayores temperaturas, humedad y radiación, el rebaño en crecimiento, gestación y lactación deja de consumir alimento para ahorrar el gasto energético que esto implica, aumenta la tasa de transpiración, y de respiración para perder calor por evaporación, pero el hecho de realizar una actividad productiva incrementa el calor corporal comprometiéndose su habilidad natural de disipar el calor metabólico.

Comportamiento promedio mensual del ITH

La Figura 2 muestra el comportamiento mensual del índice de confort térmico a las 8:00 y a 2:00 pm en la zona de estudio; la mayoría de los meses presentan índices de confort por encima del valor crítico (>72) para ambas horas de medición. Estos meses se encuentran dentro de la condición de alerta tanto en aves de producción zootécnica como en bovinos de producción de leche; siendo esto una situación crítica durante el ciclo de producción animal. La aves disminuyen la cantidad de alimento ingerido, aumenta el consumo de agua y se observa una baja eficiencia del índice de conversión alimenticia (Oliveros *et al.*, 2002).

En bovinos se sugiere realizar un manejo del pastoreo para disminuir el estrés térmico, utilizar

sombra en sistemas silvopastoriles, para evitar pérdidas en la producción animal y afecciones negativas sobre la reproducción que ocurre cuando las temperaturas superan los 29°C, debido a que altas temperaturas ambiente animal están asociadas con cese de la ovulación, menor desarrollo embrionario, interferencia con la espermatogénesis y la disminución de la calidad del semen (Mc Donald *et al.*, 1990; Navas, 2010; Espinoza *et al.*, 2011).

De acuerdo a los valores ITH promedio para las 2:00 pm, los meses secos como febrero y marzo se encuentran por encima del resto de los meses que conforman la temporada seca. Así mismo, durante los meses lluviosos de octubre y noviembre el ITH se presentan condiciones de estrés para los animales. Esto se debe principalmente al régimen de radiación e insolación que es mayor en estos meses en la zona de estudio.

La Figura 3 muestra el comportamiento anual de estas variables, notándose que los meses de mayor radiación global y horas de sol brillante coinciden con los meses de mayor estrés calórico, en ese sentido la energía recibida en la zona repercute y justifica el régimen calórico presente en la región.

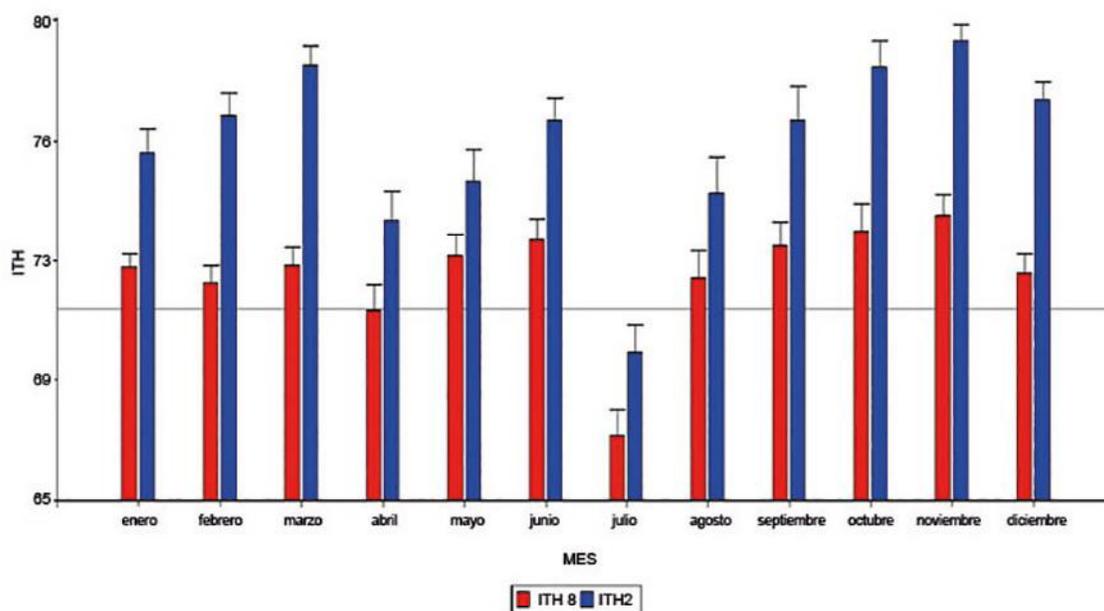


Figura 2. Comportamiento mensual del índice de confort térmico a las 8:00 y a 2:00 pm en la Mesa de Guanipa para el periodo 1998-2011.

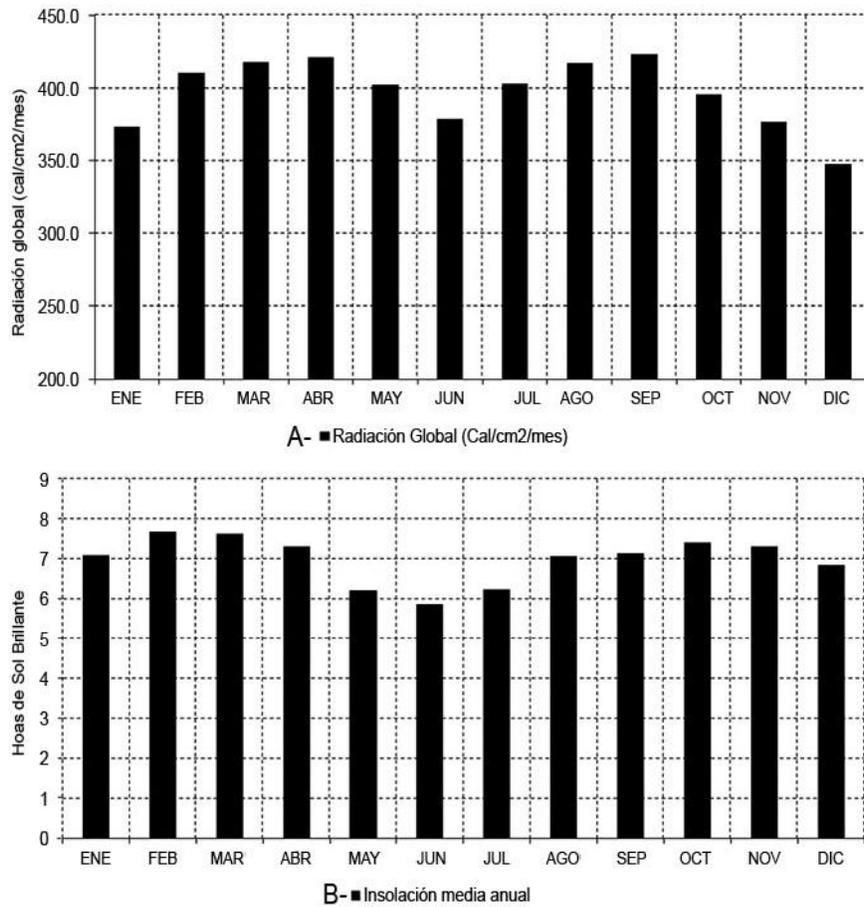


Figura 3. Comportamiento anual promedio para el periodo (1998-2011) en El Tigre estado Anzoátegui. A- Radiación global mensual y B-Insolación mensual.

La radiación global presenta un ciclo anual bimodal, caracterizado por dos máximos (marzo y septiembre) y dos mínimos (diciembre y junio), a causa del doble paso del sol a la latitud de 10°N, durante las fechas 16 de abril y 26 agosto el sol incide perpendicularmente. Por su parte, durante el mes de diciembre y junio el sol incide con menor intensidad debido al ángulo de incidencia de los rayos solares. El valor de radiación promedio anual es de 404 cal/cm²/día.

Con relación a la insolación, los valores promedios son de 7,0 horas/día. En términos generales la insolación es alta en la época seca con un máximo entre los meses de febrero y marzo, es baja durante la época lluviosa entre junio y julio. Este comportamiento explica de una

manera más amplia las condiciones térmicas de la Mesa de Guanipa.

De acuerdo al régimen térmico, la temperatura media anual del aire es de 27°C para la Mesa de Guanipa, dado que la temperatura es una consecuencia del régimen de radiación, el patrón anual también es bimodal, con dos máximos y dos mínimos que se generan con un mes de retraso aproximadamente con respecto a los de radiación global, debido a que es necesario que el calor fluya del suelo a la troposfera.

En esta zona el máximo térmico principal ocurre en abril y el secundario en septiembre-octubre; el mínimo principal ocurre en enero y el secundario en julio (Figura 4). Aunque se observó en ciertos años la variación en cuanto a la ubicación del mínimo térmico, según explica Martelo (2003) en

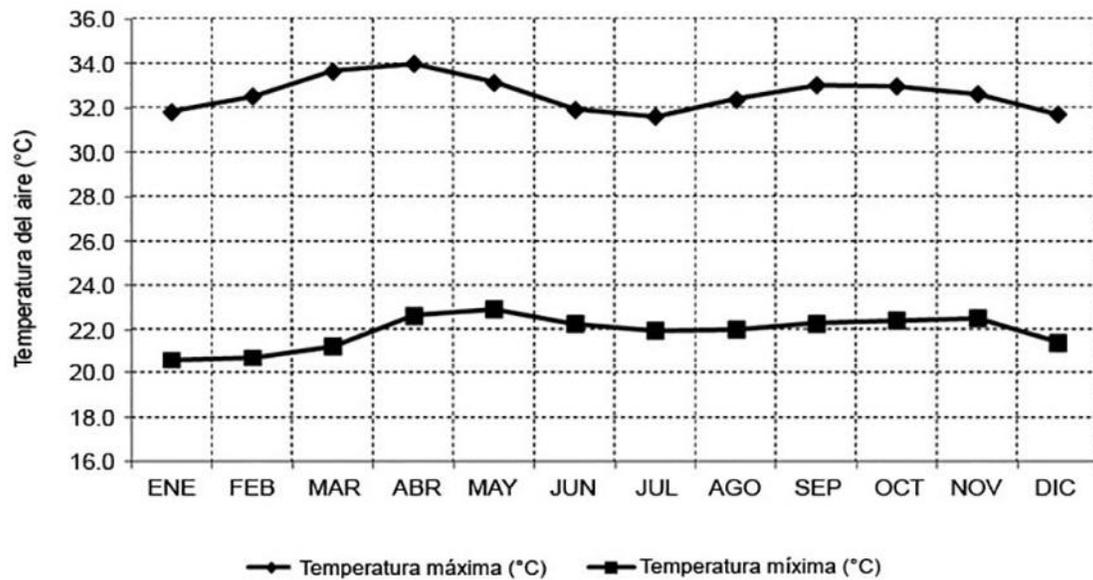


Figura 4. Comportamiento anual promedio de las temperaturas máximas y mínimas para el periodo (1998-2011) en El Tigre estado Anzoátegui.

los llanos es muy común que el mínimo principal este invertido, es decir, ocurre en julio en vez de en enero; esto se debe a lo que se denomina el efecto termodinámico de la lluvia. Dado el tipo de precipitaciones en forma de chaparrón que caen sobre las superficies calientes típicas de las sabanas orientales, el proceso evaporativo es muy violento, provocando un enfriamiento repentino muy marcado, en estos casos, la diferencia entre el mínimo principal y secundario es muy pequeña, de apenas unas décimas de grado.

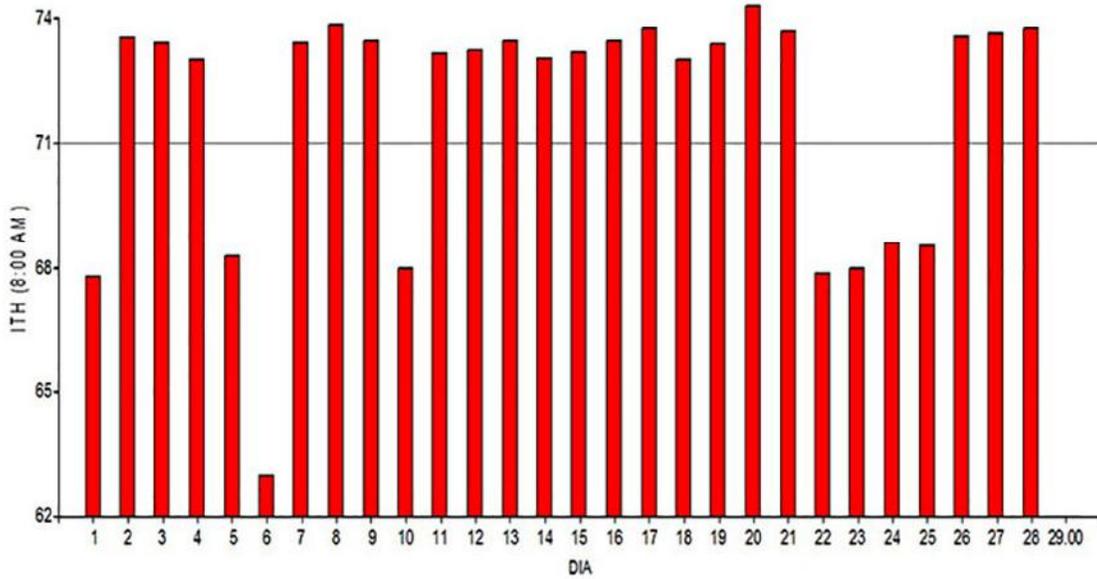
La temperatura mínima anual es de 21,9°C y la máxima anual de 32,6°C para la zona en estudio. En general, la zona intertropical se caracteriza por la poca variación en el ciclo anual de los regímenes de radiación y temperatura, sin embargo, el ciclo diario de la temperatura si presenta una marcada variación. Según Martelo (2003) entre la hora más fría del día (en la madrugada) y la hora más caliente (entre las 2:00 y 3:00 pm), la diferencia es elevada, alrededor de unos 10,7°C. Esta oscilación térmica diaria no depende directamente de la radiación global, y está muy influenciada por la nubosidad y la cercanía a las grandes masas de agua. En este momento hay que controlar las temperaturas en las fuentes de agua que deberán estar techadas, disponer de sombra dentro de los potreros para

favorecer la disipación del calor corporal, y evitar las largas caminatas para adquirir el agua. En el caso de las aves es indispensable considerar no trasladar los animales durante las dos y tres de la tarde.

Básicamente, en los días nublados durante las horas diurnas hay menor radiación debido a las pérdidas por reflexión y las temperaturas diurnas no son tan elevadas; durante las horas nocturnas la presencia de nubes disminuye la salida de radiación de onda larga, por lo que las temperaturas nocturnas tienden a ser altas, como consecuencia se tiene que la oscilación térmica diaria durante estos días es pequeña. Por el contrario, durante días despejados la oscilación es más grande.

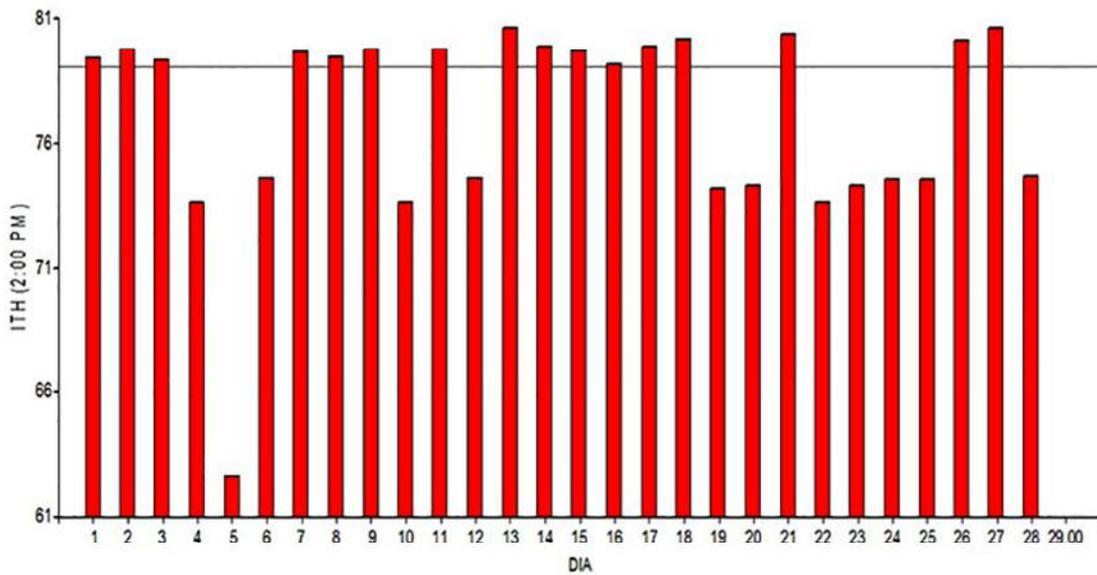
Comportamiento diario del ITH

La Figura 5.a muestra el comportamiento promedio del índice de confort a las 8:00 am para el mes de febrero donde se observa que 71,4 % de los días resultaron sobrepasar el límite crítico de producción (ITH>71) ubicándose en la categoría de alerta en las horas de la mañana. En la Figura 5.b se observa que solo un 57,1 % de los días en febrero sobrepasan el límite crítico de la producción (ITH>79). Es conveniente indicar que, los días del mes de febrero con valores de



5.a

— Limite crítico de producción. Alerta (ITH>71)



5.b

— Limite crítico de producción. Peligro (ITH>79)

Figura 5. Comportamiento diario del índice de confort térmico durante el mes de febrero en El Tigre estado Anzoátegui. a) ITH a las 8:00 am. b) ITH a las 2:00 pm.

(ITH<67), generalmente se presentan durante las horas más frescas, cuando la energía solar es menor y la temperatura alcanza su mínimo diario, en consecuencia la ocurrencia de estos valores de ITH pueden afectar la producción en

las aves con posibilidad de pérdidas por estrés debido al frío.

La Figura 6.a refleja cómo se comporta el índice de confort en el mes de marzo a las 8:00 pm donde se observa que durante este mes seco,

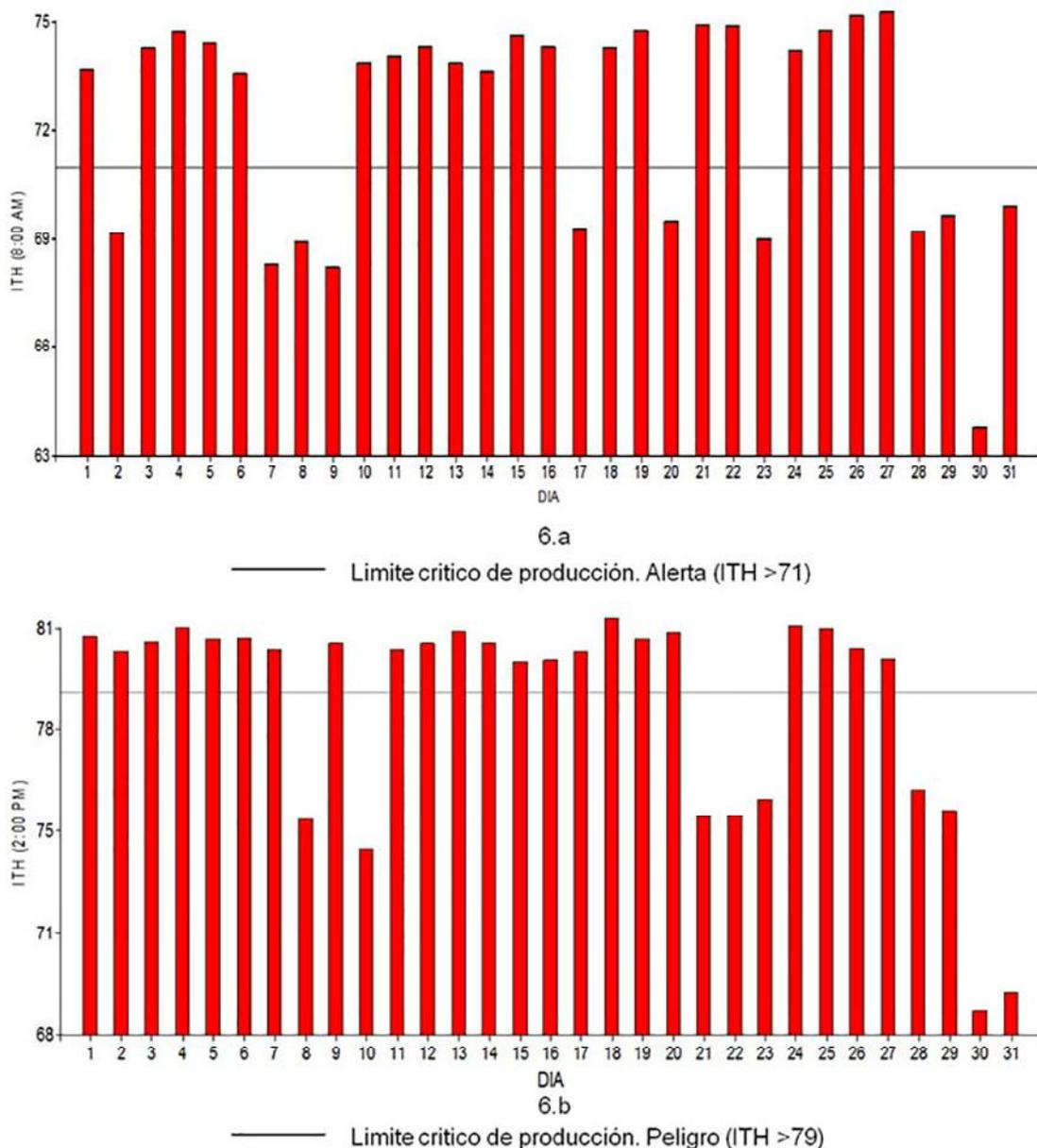


Figura 6. Comportamiento diario del índice de confort térmico durante el mes de marzo en El Tigre estado Anzoátegui. a) ITH a las 8:00 am. b) ITH a las 2:00 pm.

el 64 % de los días están por encima del límite crítico de producción ($ITH > 71$) ubicándose en la categoría de alerta. Mientras que el ITH en la tarde presentó un 70,9 % de días con valores superiores al límite crítico de producción ($ITH > 79$), tal como se observa en la Figura 6.b. En este sentido se hace evidente la necesidad de contrarrestar el efecto del estrés calórico con prácticas tales como: ventilación, alimentación

restringida, uso y suministro de agua fresca, y el control de temperatura destinadas a mejorar las condiciones ambientales óptimas en el lugar.

Por su parte, la Figura 7.a refleja el comportamiento del índice de confort térmico en la zona de estudio a las 8:00 am para el mes de octubre, es importante destacar que en el transcurso de casi todo el mes, el índice estuvo ubicado en la categoría de alerta, salvo algunos periodos de días continuos.

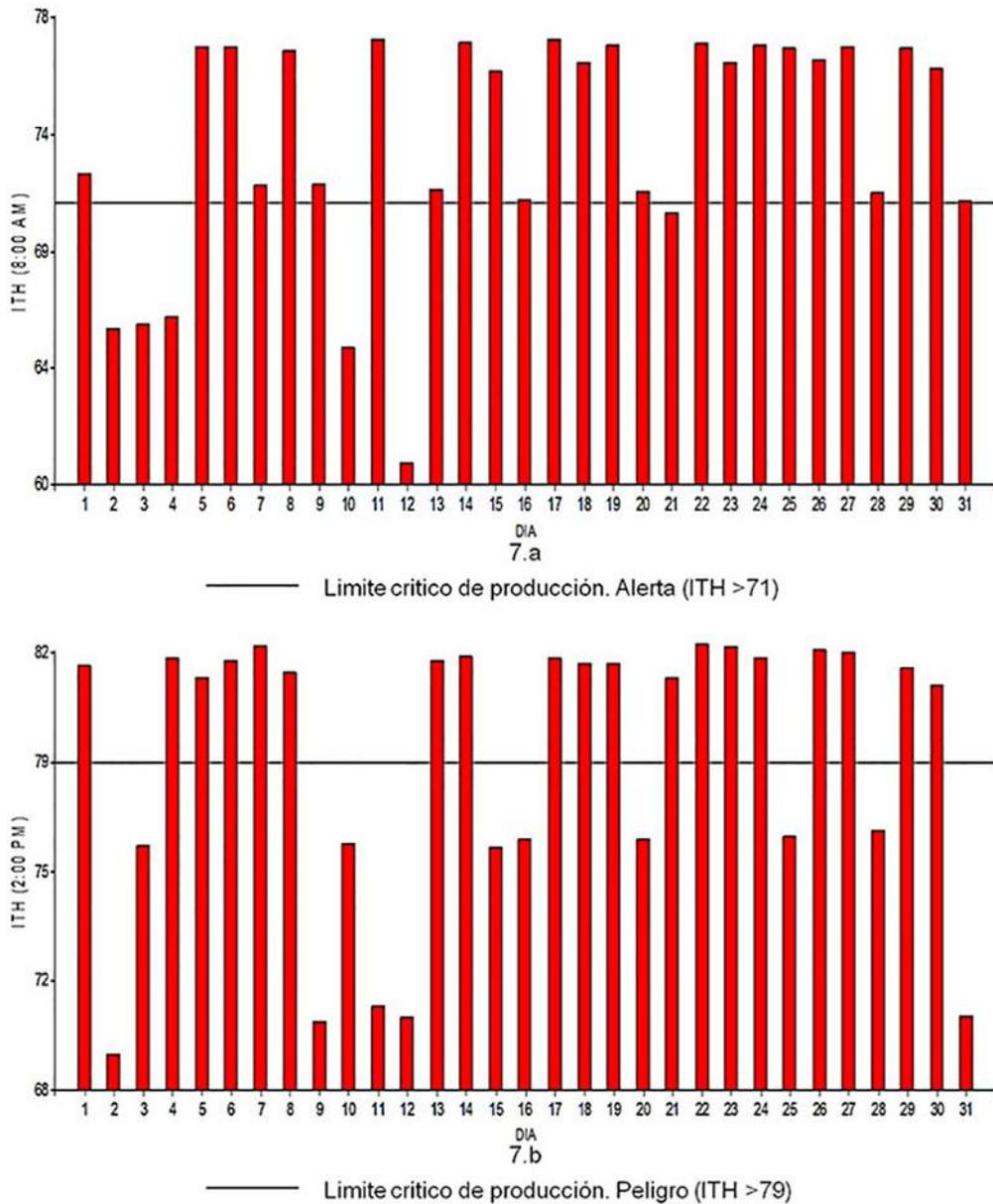
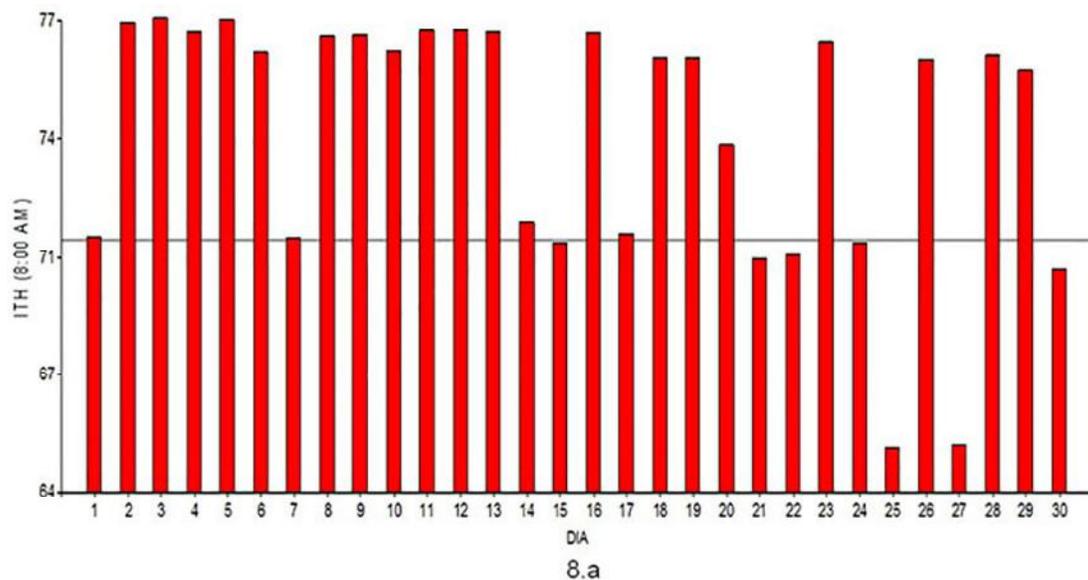


Figura 7. Comportamiento diario del índice de confort térmico durante el mes de octubre en El Tigre estado Anzoátegui. a) ITH a las 8:00 am. b) ITH a las 2:00 pm.

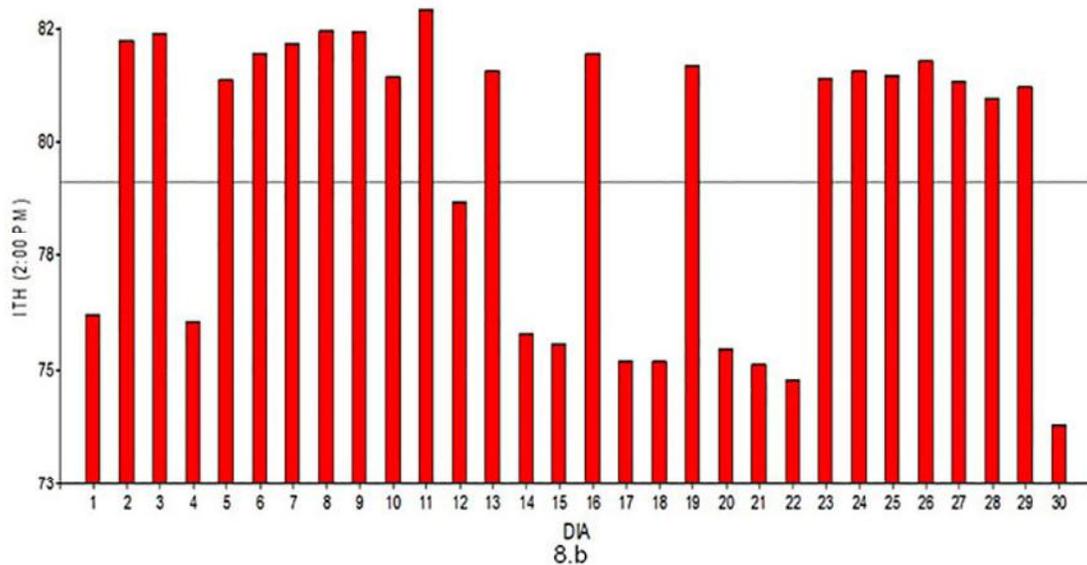
Así mismo, durante las 2:00 pm, solo el 61,3 % de los días se ubicaron en la categoría de peligro, superando el limite crítico de producción (ITH>79). De acuerdo a lo anterior, Rivero *et al.*, (2001) establece que durante las horas de la mañana tanto las vacas como los terneros por lo general presentan un estado y apariencia normal, sin embargo, en las horas del período crítico en el día, particularmente entre 12:00 pm

y 04:00 pm es común observar ligera salivación, jadeo, hipertermia, polipnea, hipernea térmica transitoria, agotamiento general, cansancio y cambios en la conducta general de los animales incluyendo las vacas en lactación y los terneros.

En relación al mes de noviembre se observa en la Figura 8.a que el 83,3 % de los días correspondientes a este mes superan el límite crítico de producción y se ubican en la categoría



— Limite crítico de producción. Alerta (ITH >71)



— Limite crítico de producción. Peligro (ITH >79)

Figura 8. Comportamiento diario del índice de confort térmico durante el mes de noviembre en El Tigre estado Anzoátegui. a) ITH a las 8:00 am. b) ITH a las 2:00 pm.

de alerta durante las horas más frescas; siendo este mes uno de los más críticos para el confort animal.

Frecuencia del ITH promedio

La Figura 9 indica la frecuencia relativa del índice de confort térmico durante los meses seleccionados como críticos de la época seca y época lluviosa. En general el mes de febrero

presenta una frecuencia significativa (85,0%) en la categoría de peligro. Esta representa condiciones de estrés térmico para los animales domésticos en la zona de estudio durante la temporada seca.

Por su parte, durante el mes de marzo se determinó la ocurrencia de un amplio número de valores ubicados en la categoría emergencia (ITH>84) lo que se interpreta con la ocurrencia de un ambiente en condiciones extremas de

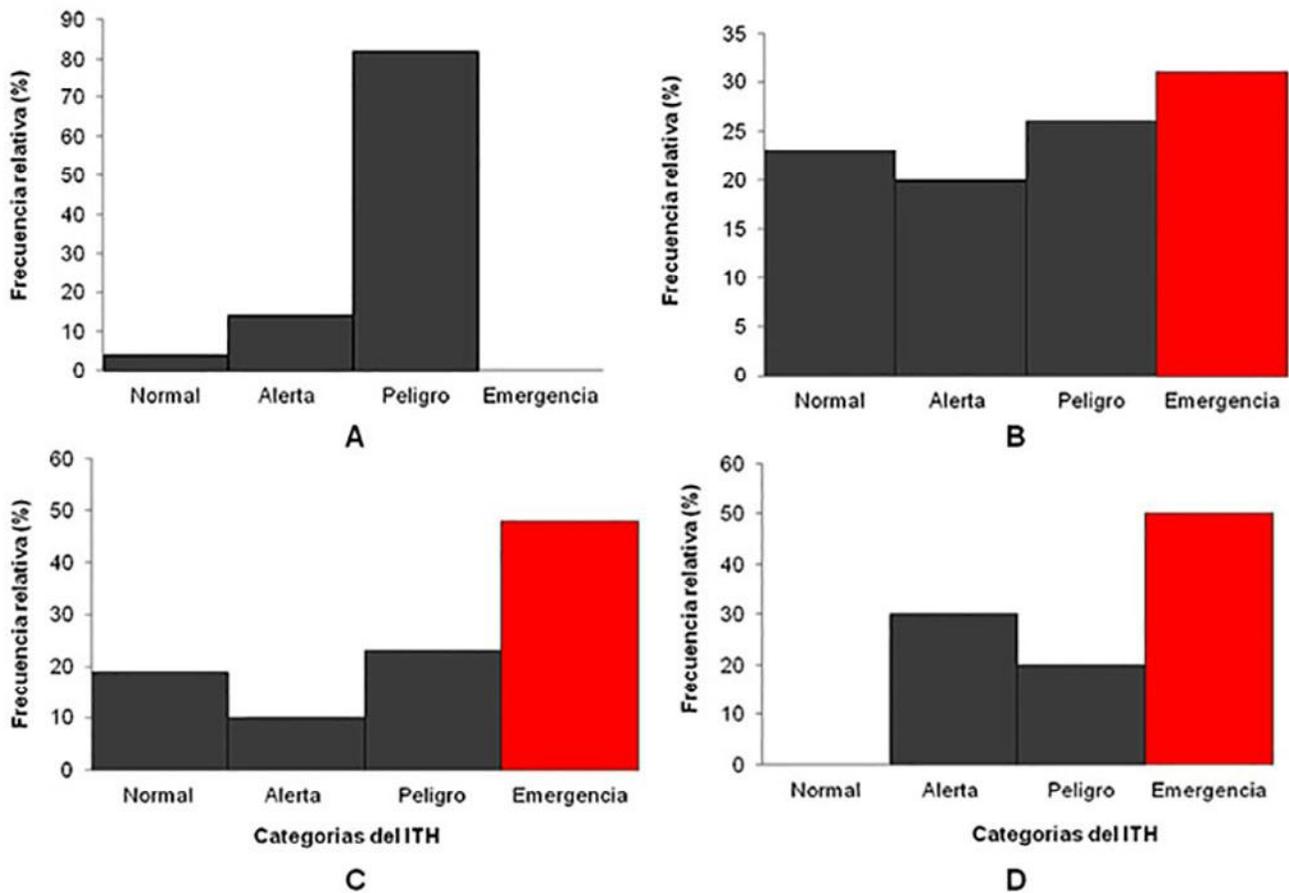


Figura 9. Frecuencia relativa para el Índice de confort térmico: A) mes de febrero, B) mes de marzo, C) mes de octubre y D) mes de noviembre.

estrés calórico en la producción; en este caso se sugiere realizar actividades con los animales durante la mañana y colocar los animales en potreros arbolados buscando minimizar cualquier actividad que genere gasto energético en el animal.

Además, con relación a los meses húmedos, ambos presentaron frecuencias cercanas al 50 % en la categoría de emergencia. Evidentemente durante estos meses se presentan condiciones ambientales que pudieran repercutir en la producción animal. En función a lo anterior, surge la necesidad de hacer énfasis en ciertas recomendaciones o medidas que un productor agropecuario o técnico debe considerar, la primera de ellas es la selección de la raza y sus cruces, de manera que estas sean genéticamente adaptadas a las

difíciles condiciones de calor y humedad del clima tropical ecuatorial.

Por esta razón, la gran mayoría de ganaderos de la Mesa de Guanipa utilizan las razas mestizas de *Bos indicus* con *Bos taurus* para obtener un animal con características resistentes y sea de doble propósito para la producción (carne-leche); entre ellas predominan rebaños mestizos Brahman con Pardo Suizo, Holstein, Gyr, entre otras y Carora, que han demostrado ampliamente su capacidad de adaptación al ambiente tropical.

La selección del rebaño unida al manejo con características extensivas y semi-extensivas es considerada la opción económicamente más viable. La exposición prolongada de animales desde una edad temprana a las condiciones de estrés calórico en las sabanas, conduce a la

adaptación del animal al ambiente predominante pero sacrificando los niveles de producción y reproducción.

Existen prácticas de manejo utilizadas en el país con el fin de minimizar las pérdidas ocasionadas por el estrés en aves: la adición de ventiladores y en muchos casos nebulizadores en los galpones, adición de anti-estresantes en el agua y la restricción del alimento, formulación de alimento, horarios de alimentación e instalación de rociadores son algunas de las formas prácticas de control el ambiente físico de la producción (De Basilio, 2006).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que en esta región, las características climáticas dominadas por los altos valores de radiación y periodos prolongados de brillo solar, aunado a las elevadas temperaturas y valores de humedad relativa, repercuten y ejercen una influencia significativa en la ocurrencia de valores de ITH en las categorías de peligro y emergencia.

Se reportaron valores diarios del ITH ubicados en la condición de peligro, donde no se cumplen los requerimientos de confort, lo cual puede incrementar la mortalidad por estrés en las aves y se hace necesario tomar precauciones de manejo para la producción y sistemas de crianza en bovinos. Este índice representa una herramienta útil al productor para la planificación de la producción animal, evitando pérdidas económicas por estrés calórico.

En relación a los valores del índice inferiores a la categoría normal indican la necesidad de establecer evaluaciones en campo, obteniendo una aproximación real del comportamiento animal y relacionarlo con los niveles de producción. Así mismo, se requiere estrictamente el análisis de la variabilidad interanual del ITH ya que a pesar de que el estudio se centra en las condiciones intertropicales, se determinó la variación del índice entre diferentes meses del año.

Se considera la hora del día como factor determinante en la estimación de condiciones de confort animal que involucran la implementación de condiciones de manejo que consideren el nivel de confort o bienestar del animal para

evitar pérdidas por mortalidad en aves y de peso en bovinos. De acuerdo a los datos obtenidos, en la época seca, la producción de aves y leche es más vulnerable a sufrir una disminución o afectación significativa debido al aumento de la temperatura del aire y a la poca humedad relativa; las horas de la mañana (7:00 a 10:00 am) son consideradas las más adecuadas para realizar labores de pastoreo en campo.

LITERATURA CITADA

- Caraballo, L., M. Pérez y M. Marcano. 2005. Régimen y distribución de las lluvias en El Tigre, estado Anzoátegui, Venezuela. *Boletín Geominas*. 3(37):67-72.
- Corona, J. L. 2012. Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela. *REDVET. Rev. electrón. vet.* 13 (6): 1-9. Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060612/061214.pdf> [Jun.18, 2014]
- De Basilio, V. 2006. Bases conceptuales y estrategias de manejo del stress calórico en pollos de engorde. I Seminario avances en Producción Animal tropical. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Echarte, L, D. Prando y A. Maggiora. 2002. Altas temperaturas y producción de huevos en tres localidades del sudeste de Buenos Aires. Resúmenes IX Reunión Argentina de Agrometeorología. Asoc. Argentina de Agrometeorología. Córdoba, Argentina.
- Espinoza, J, R. Ortega, A. Palacios y A. Guillén. 2011. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Revista MVZ Córdoba*, 16(1): 2302-2309.
- Holdridge, L. R. 1957. Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science* 105(27):367-368.
- INFOSTAT. 2008. Infostat for Windows Version 9.0. Grupo Infostat. Inc. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad. Nacional de Córdoba. Argentina.

- List, R. J. 1951. Smithsonian Meteorological Tables. Washington D.C, USA. Vol.114. 121 p.
- Mc Donald, K, T. Belay, F. Deyhim and R. Teeter. 1990. Comparison of the 5-day acclimation and fasting techniques to reduce broiler heat distress mortality. Poultry. Sci., 69 (suppl. 1), 90.
- Martelo, M. T. 2003. La precipitación en Venezuela y su relación con el Sistema Climático. Venezuela: Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología, Dirección General de Cuencas Hidrográficas del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.
- Navas, P. A., 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Rev. Med. Vet. 19: 113-122. Disponible en línea: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/view/782/691> [Sep. 18, 2012].
- Oliveros, Y., J. Montilla, M. Puche, R. Figueroa y J. Marquina. 2002. Efecto del índice de temperatura y humedad sobre parámetros productivos y de comportamiento en pollos de engorde en condiciones de clima tropical. Rev. Arg. Agrometeorología, 2(2): 205-211.
- Oliveros, Y. 2008. Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. Revista Zootecnia Tropical 26 (4):531-537
- Parra, R. y A. Cortez. 2005. Control de calidad de series de precipitación de las series de precipitación del INIA Venezuela en el periodo 1970-2000. Rev. Arg. De Agrometeorología, (5-6): 63-73.
- Rivero, J. C, N. Madrid, C. González, y L. Sandoval. 2001. Efecto del índice de humedad-temperatura sobre la tasa de fertilidad en vacas mestizas. Revista Científica, FCV-LUZ. XI (1): 30-34.
- Rodríguez, M. F., A. Cortez, M. C. Núñez y J. C. Rey. 2005. Proyecto INIA-FONACIT S1-200200417, S1-200500195, ID-ARA-05-002. Integración espacial de los datos agroecológicos al norte del Orinoco de Venezuela. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay (Venezuela).
- Thom, E. C. 1959. The discomfort index. Weatherwise 12: 57-60.
- Tolentino, C, E. Icochea, P. Reyna y R. Valdivia. 2008. Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. Rev. investig. vet. Perú. 19(1): 9-14. Disponible en línea: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v19n1/a02v19n1.pdf> [Jun.18, 2014]
- Valle, A. 2007. Bioclimatología Tropical. Clima. Venezuela: Editorial Agris.
- Valtorta, S y M. Gallardo. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Miscelánea (81):173-185.
- World Meteorological Organization.1989. Animal Health and production at extremes of weather. Technical Note N° 191. Geneva. 181 p.

Efecto de la adición de electrólitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico

Effect of the addition of electrolytes in water or feed on productive and some blood variables in broilers under conditions of heat stress

Charly Farfán López¹, Mario Rossini², Vasco De Basilio¹

¹Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto y Departamento de Producción Animal. Correo electrónico: charly.farfan@gmail.com. ²Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Apdo. Postal 4579. Maracay 2101, estado Aragua. Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de electrolitos en el agua y alimento sobre las variables productivas y sanguíneas durante la etapa de finalización, bajo condiciones de estrés térmico crónico (28 a 35 d de edad) y estrés térmico agudo simulado (ETAS) a los 36 d de edad, en pollos de engorde. Se utilizaron 192 pollos distribuidos al azar, con ocho repeticiones/tratamiento (ocho pollos/repeticion). Las tres tratamientos (T), a saber: T1: sin adición electrólitos; T2: adición de electrólitos en alimento; T3: adición electrólitos en agua. La fuente de electrólitos fue: NaHCO₃ (0,83 %); NH₄Cl (0,07 %); NaCl (0,30 %), obteniéndose un balance electrolítico de 240 mEq. Se evaluaron: variables productivas y sanguíneas; pH, presiones parciales de O₂, de CO₂ y HCO₃, hematocrito, hemoglobina, proteína plasmática, glóbulos blancos, glóbulos rojos y electrólitos sanguíneos, y mortalidad. Los datos fueron analizados por ANAVAR. Los resultados muestran que la adición de electrólitos en agua o alimento durante el estrés crónico, aumentó el consumo de agua en pollos suplementados, sin existir efectos significativos en parámetros productivos. La mortalidad durante el ETAS disminuyó (22 %) (P<0,001) en el T3, los niveles de Na⁺ (129,73 ± 1,87 mEq/L) y Cl⁻ (111,73 ± 1,54 mEq/L) variaron (P< 0,05) siendo los del T1 mayores a los del T3. Se determina que la adición de electrólitos mantiene las variables productivas y sanguíneas, logrando disminuir la mortalidad en el ETAS.

Palabras clave: electrólitos, estrés calórico, gases sanguíneos, pollos de engorde.

ABSTRACT

The effect of the addition of electrolytes in water and feed on productive and blood variables during the final stage, under conditions of chronic heat stress (28 to 35 d of age) and acute heat stress simulated (AHSS) at 36 d of age in broilers were studied. 192 broilers were randomly distributed, with eight replicates/treatment (eight broilers/repeat). The three treatments (T) as follows: T1: without electrolytes addition; T2: addition of electrolytes in feed; T3: adding electrolytes in water. The source of electrolytes was: NaHCO₃ (0.83 %), NH₄Cl (0.07 %), NaCl (0.30 %), obtaining an electrolyte balance of 240 mEq. Variables evaluated were: production and blood pH, partial pressures of O₂, CO₂ and HCO₃, hematocrit, hemoglobin, plasma protein, white blood cells, red blood cells, blood electrolytes, and mortality. Data were analyzed by ANOVA. The results showed that the addition of electrolytes in water or feed during chronic stress, increased water consumption in Broilers supplemented, with no significant effects on production parameters. Mortality during the AHSS decreased (22 %) (P<0.001) in the T3, levels of Na⁺ (129.73 ± 1.87 mEq/L) and Cl⁻ (111.73 ± 1.54 mEq/L) varied (P<0.05) being greater than T1 T3. Determined that the addition of electrolyte helps maintain blood production variables stable, decreasing mortality in the AHSS.

Key words: electrolyte, heat stress, blood gases, broilers.

Recibido: 06/06/13 Aprobado: 30/06/14

INTRODUCCIÓN

En Venezuela desde el momento en que se inicia la producción avícola industrial, tiene mayor presencia en la región central y región occidental, debido a la cercanía a los puertos, pero estas regiones del país se caracterizan por un régimen climático de altas temperaturas (media anual de 30°C) y humedades medias (60 – 85 %), estas características ambientales generan la condición de “Estrés Calórico”, que afectan negativamente la eficiencia productiva de los pollos de engorde. Ya que las condiciones óptimas para la cría del pollo de engorde en etapa de finalización son de 20 - 24°C y 50 - 60 % de temperatura y humedad, respectivamente (Oliveros, 2000).

El estrés calórico genera una variación de temperatura corporal y de la tasa respiratoria. Cuando la tasa de respiración incrementa, como respuesta fisiológica ante el calor, se produce una pérdida excesiva de CO₂, por lo tanto la presión parcial de CO₂ (pCO₂) decrece y el riñón aumenta la excreción del bicarbonato (HCO₃) y reduce la excreción de H⁺, manteniendo el balance ácido-base de la sangre, evitando de esta manera el desarrollo de la alcalosis respiratoria (Borges *et al.*, 2007). El sistema sanguíneo, particularmente, es sensible a los cambios de temperatura, siendo un indicador muy importante de respuestas fisiológicas de las aves estresadas. Cuantitativamente y morfológicamente los cambios en la sangre por el estrés calórico, están asociados con los valores de hematocritos, números de circulación de leucocitos, eritrocitos y contenido de hemoglobina (Borges *et al.*, 2007).

La manipulación del balance de electrolitos en la dieta tiene una influencia significativa en el comportamiento productivo de los pollos, debido a su efecto sobre el balance ácido – base (Borgatti *et al.*, 2004; Borges *et al.*, 2003; Mushtaq *et al.*, 2005; Tanveer *et al.*, 2005). Igualmente se ha evaluado la adición de electrolitos en el agua (Teeter y Smith, 1986) que es capaz de reducir la fase de hiperventilación e incrementa la ganancia de peso vivo en un 23 % y en un 7,7 % la conversión de alimento.

En tal sentido, con la finalidad de abrir las puertas de la investigación en Venezuela en relación a la utilización de los electrolitos, se

calculó el efecto de la adición de electrolitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Ambiente Semi-Controlado (UASC) de la Sección Laboratorio de Aves de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, ubicada a 10° 17' 5" N, 64° 13' 28" O, a 480 m.s.n.m, con una temperatura media de 25 °C y una humedad relativa de 75 % (INIA, 2010).

Para el inicio del experimento se contó con una población de 300 pollitos BB sexados, del híbrido Ross. Al día 15 se seleccionaron un total de 192 pollos, según su peso. Ubicando ocho pollos; cuatro hembras () y cuatro machos, para cada corral de las salas respectivas (sala A, sala B, sala C y sala D) que conformaban la UASC. Durante los 28 a 35 días de edad de los pollos se mantuvo una temperatura ambiente (TA) entre los 28 a 32°C. En el día 36 se realizó una simulación de estrés térmico agudo, mediante el incremento de la TA de las salas de 37-39°C.

El experimento se realizó durante ocho días (28 – 36 días de edad de los pollos), evaluándose tres tratamientos; T1: sin adición electrolitos; T2: adición de electrolitos en alimento; T3: adición electrolitos en agua, con ocho repeticiones de ocho pollos cada una, para un total de 192 pollos, (96 y 96), bajo un diseño completamente aleatorizado. La adición mineral en el alimento consistía en 240 mEq/kg alimento (T2) y mientras que en el agua (T3) se mantuvo el mismo nivel de mEq, pero considerando una relación de consumo agua: alimento de 4: 1, con la finalidad de igualar el consumo de electrolitos, tanto en el agua como en el alimento. Para lograr los 240 mEq/kg de alimento, se adicionó al alimento formulado previo al inicio de experimento las siguientes proporciones electrolitos; 0,82 % de bicarbonato de sodio (NaHCO₃), 0,07 % de cloruro de amonio (NH₄Cl) y 0,30 % de cloruro de sodio (NaCl). En el Cuadro 1 se observa la composición nutricional y bromatológica del alimento base, utilizado durante la fase de finalización en los pollos de engorde.

Cuadro 1. Composición nutricional y bromatológica del alimento usado como base durante la de la finalización de los pollos de engorde.

Nutriente	Proporción (%)
Maíz	53,65
Soya 47	35,61
Aceite de soya	6,97
Premezcla Minerales-vitaminas*	0,33
Sal	0,38
Carbonato calcio	1,08
Fosfato mono cálcico	1,79
Lisina %	0,03
Metionina %	0,16
Bromatología	Proporción (%)
Proteína	21,3
Fibra	2,98
Grasa	9,55
Ceniza	6,12
Fósforo Total	0,705
Calcio	0,75

* Premezcla Minerales-vitaminas: Manganeso, 100 g; Zinc, 40 g; Cobre, 4 g; Hierro, 27 g; Selenio, 0,075 g; Yodo, 2 g; Vitamina A, 7500000 UI, Vitamina D, 3000000 UI, Vitamina E, 20 g; Vitamina K, 2 g; Vitamina B2, 5,6 g; Nicot, 26 g; Pantotenato, 8 g; Vitamina B12, 0,01 g; Vitamina B6, 1 g; Folico, 0,3 g; Colina 350 g.

Frecuencia y modo de evaluación de las variables

Variables productivas para el consumo de alimento y agua: para el consumo de alimento (ConsAL) se determinó mediante el peso del comedero, por la diferencia del alimento ofrecido y rechazado, así como para el consumo de agua (ConsAG) se utilizaron bolsas de agua, obteniendo el consumo mediante el peso de la misma. Peso vivo: se realizó en horas de la mañana a los 28 – 35 días de edad de los pollos. Utilizando una balanza electrónica Ohaus®, con rango de 0 a 5000g con precisión de 0,1g, para luego calcular la ganancia de peso (GP) entre la diferencia del peso inicial y final. Y la conversión de alimento (CA) se determinó mediante la relación del alimento consumido y el peso ganado. La mortalidad: se registró durante la simulación del estrés térmico agudo.

Variables Sanguíneas: los análisis fueron realizados en el laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV en Maracay, estado Aragua. Para ello, se seleccionaron los pollos identificados como hembras y machos pesados de cada corral. El muestreo se realizó a los 35 y 36 días de la fase experimental. A cada ave se le extrajo una muestra considerable de sangre de la vena del ala (Samour, 2000). Se colocaron alícuotas en tubos sin anticoagulante, se centrifugaron por 10 min a 2000g, y se obtuvo suero para medir los niveles de electrólitos sanguíneos (Na⁺, K⁺ y Cl⁻), utilizando un equipo de medición de electrólitos marca *Roche Mannheim* modelo 9180. Este proceso se realizó dentro de las dos horas de la toma de muestras. También se usaron tubos con anticoagulante (heparina con litio) para las siguientes determinaciones: pH, presión parcial de CO₂ (pCO₂), presión

parcial de O₂ (pO₂) usando un equipo analizador de gases marca *AVL Compact 3, EUA*. Las muestras para determinación de gases fueron refrigeradas a una temperatura entre 2 y 6°C y su procesamiento no pasó de 15 minutos.

La concentración de hemoglobina (Hb) se determinó espectrofotométricamente por el método cianometahemoglobina, utilizando 5 ml de reactivo de Drabkin (*Sigma Diagnostic, St. Louis, MO, EE.UU.*) y 20 ml de sangre se incubaron durante 10 minutos y luego se centrifuga a 1.500 g durante 5 minutos para eliminar los núcleos de eritrocitos antes de medir la densidad óptica usando un espectrofotómetro con un filtro verde a una longitud de onda de 580 nm [*Leitz Fotómetro, modelo M, Leitz Inc., Nueva York, NY, EE.UU.*], (Coles, 1974; Briones *et al.*, 2009).

Para la determinación del porcentaje de hematocrito (Hto) en los pollos se utilizó el método de microhematocrito por centrifugación (Coles, 1974; Schalm, 1981; Hansen y Perry, 1994; Meyer y Harvey, 2000). La proteína plasmática fue determinada por el método basado en refractometría (Schalm, 1981) y se utilizó un refractómetro de mesa marca Atago, se centrifugó la muestra en la centrífuga micro capilar marca *International Equipment Company* a 1.500 g por 5 minutos y se fragmentó el capilar inmediatamente por encima de la columna de glóbulos rojos, para facilitar la salida del plasma, posteriormente se colocó una gota del plasma exento de hemólisis y de lipemia en la pantalla del equipo y se observó por el visor del equipo apoyado con luz artificial tomando como referencia la escala de la derecha del equipo y expresa el resultado en g/dL.

El conteo de glóbulos rojos (GR) se determinó utilizando un hemocitómetro Neubauer (Marienfeld, Baden-Wu^{rttemberg}, Alemania). La pipeta de RBC (*Becton, Dickinson and Company*) se llenó hasta la marca de 0,5 con la sangre y la solución Natt-Herrick (Natt, 1952) se pipeteó a la marca 101 con una dilución final de una parte de sangre: 200 partes de solución. Después de mezclar, las primeras tres gotas fueron descartadas y el resto se utilizó para llenar ambos lados de la cámara de recuento de Neubauer. Las células se contaron en la gran plaza central en cinco subdivisiones (la

pequeña plaza central y las cuatro casillas de las esquinas) y el recuento se multiplica por 10.000 para obtener el conteo total de RBC (Raskin, 2000).

Se realizó el recuento de glóbulos blancos (GB) como se describe para los GR utilizando la misma dilución, excepto que las células se contaron en los nueve cuadrados grandes de la cámara de Neubauer y el recuento se multiplica por 200 para obtener el número de WBCs/mL (Raskin, 2000).

Los datos se sometieron a análisis de varianza obteniendo los resultados con valores de media, error estándar de la media y probabilidades con significancia ($P < 0,05$) para cada variable. Utilizando para las variables productivas y sanguíneas, el siguiente modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \alpha_j$$

y_{ij} = observación j -ésima (replica) del i -ésimo tratamiento, es decir, observación conjunta del número de replicas y el número de tratamientos.

μ = media general.

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento, en otras palabras la adición de electrolitos en alimento o agua.

ϵ_{ij} = error experimental de la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento, a saber del total de observaciones.

La variable mortalidad fue evaluada de manera individual, utilizando una prueba de Chi cuadrado (χ^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las variables productivas, en el Cuadro 2 se puede observar de manera general que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Con la excepción del consumo de agua, en el cual hubo una tendencia significativa ($P = 0,016$), donde las aves que recibieron electrolitos en el agua ($289,80 \pm 19,31$ ml) y en el alimento ($299,68 \pm 23,11$ ml) presentaron un mayor consumo de agua con respecto a los que no se les adicionó electrolitos ($219,65 \pm 12,44$ ml), lo que genera resultados similares a los reportados por Teeter y Smith

Cuadro 2. Efecto de la adición de minerales en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de minerales (T1), sobre el consumo de alimento, consumo de agua, la ganancia de peso y conversión de alimento.

Variables*	T1	T2	T3	Probabilidad
ConsAL (gr/pollo/evaluación)	1109,63±23,48	1212,88±58,64	1128,75±34,13	ns
ConsAG (ml/pollo/periodo)	219,65 ± 12,44 ^a	299,68 ± 23,11 ^b	289,80 ± 19,31 ^b	0,016
GP (gr/pollo/evaluación)	354,05±16,00	571,86±42,68	528,56±29,15	ns
CA	2,090 ± 0,072	2,185 ± 0,141	2,175 ± 0,124	ns

*Valores expresados como la media ± error estándar de la media. Letras diferentes expresan diferencia significativa.

(1986) y Tanveer *et al.* (2005), quienes aseguran que al aplicar electrólitos tanto en el agua como en el alimento, incrementa significativamente el consumo de agua y reportan valores no significativos en parámetros productivos.

En relación a las variables sanguíneas, al evaluar los niveles de electrólitos en sangre en el Cuadro 3, se muestran los valores durante los días 35 y 36 de edad. Donde al día 35 no se encontraron diferencias estadísticas, evidenciándose un valor constante de Na⁺ y Cl⁻ siendo estos valores similares a los reportados por Tanveer *et al.* (2005), quienes obtuvieron: Na=142,1 mEq/l y Cl=112 mEq/l, y un aumento numérico en el valor del K⁺ con respecto al autor antes mencionado (K=5,70 mEq/l). Para el día 36, momento de la simulación del estrés térmico agudo, se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 3), para el Na⁺ (P=0,048) existiendo una disminución del mismo nivel plasmático para todos los tratamientos si lo comparamos con el día 35, lo cual concuerda con lo reportado por Borges (1997), sin embargo los valores del ión Cl⁻ (P=0,01), para los mismos tratamientos resultaron a la inversa de lo que expresa Borges (1997), en donde existe una disminución del valor y no un aumento.

Los resultados anteriores, demuestran en esta investigación que la adición de electrólitos al agua y a la dieta fueron efectivos ya que disminuyeron los fenómenos de acidosis metabólica al compararlo con las aves del tratamiento control, es por eso que el fenómeno de acidosis no fueron observados, debido a la

eficiencia de los electrólitos, que produjo que la deficiencia a nivel celular no fuera tan marcada como para que ocurriera este proceso.

En el Cuadro 4, se reporta para el día 35 los valores de pH, pCO₂, pCO₂ y HCO₃, donde el HCO₃ resultó con diferencias estadísticas (P = 0,0475) aumentando en 1,22 mmhg, coincidiendo los valores obtenidos en el presente estudio con los reportados por Borges *et al.* (2003) y De Souza *et al.* (2002) con un balance electrolítico de la dieta similar (240 mEq/L). Para el día 36 no hubo diferencias en el pH, pCO₂, pCO₂ y HCO₃, en este sentido existe una estabilidad en cada variable entre los tratamientos, respuesta importante ya que autores como Toyomitsu *et al.* (2005), reportan que al estar los pollos en altas temperatura ambiental, existe una disminución de la pCO₂, similar a Mather *et al.* (1980) quienes encontraron un aumento en el pCO₂ de gallinas expuestas a temperaturas de 45°C, mostrando un aumento en la tasa respiratoria con temperatura corporal superior a los 43°C, lo que demostró que el pCO₂ también descendía lentamente después de los 43°C. Por otra parte, en cuanto al HCO₃, los niveles obtenidos en el presente estudio son inferiores a lo reportado por Borges *et al.* (2003), (25,25 mmol/L); debido al aumento progresivo del pCO₂, que mantiene el bicarbonato un poco por debajo de lo referido por el autor antes mencionado.

Desde el punto de vista de la termorregulación, la hiperventilación trae como consecuencia que el pollo elimine por vía respiratoria, una elevada proporción de CO₂. Ese CO₂ proviene

Cuadro 3. Efecto de la adición de electrólitos en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de electrólitos (T1), sobre los promedios de las medidas tomadas de electrolitos (Na⁺, Cl⁻ y K⁺) en sangre duran el estrés crónico y agudo.

Edad	Electrolito*	T1	T2	T3	Probabilidad
35	Na ⁺ (mEq/l)	148,50 ± 5,33	145,56 ± 5,21	146,22 ± 3,37	ns
	K ⁺ (mEq/l)	7,350 ± 0,46	7,69 ± 0,24	9,77 ± 2,81	ns
	Cl ⁻ (mEq/l)	115,00 ± 3,08	115,22 ± 2,22	113,00 ± 2,46	ns
36	Na ⁺ (mEq/l)	133,50 ± 2,84 ^a	127,66 ± 2,56 ^{ab}	119,11 ± 4,91 ^b	0,048
	K ⁺ (mEq/l)	12,05 ± 7,59	7,96 ± 1,89	9,27 ± 2,13	ns
	Cl ⁻ (mEq/l)	116,00 ± 1,92 ^a	111,22 ± 2,85 ^a	104,11 ± 2,99 ^b	0,01

*Valores expresados como la media ± error estándar de la media. Letras diferentes expresan diferencia significativa.

Cuadro 4. Efecto de la adición de electrólitos en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de electrólitos (T1), sobre los promedios de las medidas tomadas de pH sanguíneo, presión parcial de O₂, presión parcial de CO₂ y bicarbonato.

Edad	Variable*	T1	T2	T3	Probabilidad
35	pH (mmhg)	7,31 ± 0,03	7,29 ± 0,02	7,36 ± 0,02	ns
	pO ₂ (mmhg)	59,53 ± 4,27	70,39 ± 7,59	54,55 ± 3,53	ns
	PCO ₂ (mmhg)	43,32 ± 2,57	44,46 ± 1,57	40,97 ± 2,72	ns
	HCO ₃ (mmhg)	20,97 ± 0,72 ^{ab}	20,39 ± 0,62 ^b	22,19 ± 0,39 ^a	0,0475
36	pH (mmhg)	7,33 ± 0,02	7,32 ± 0,03	7,31 ± 0,02	ns
	pO ₂ (mmhg)	68,70 ± 4,15	73,34 ± 3,76	65,99 ± 3,13	ns
	PCO ₂ (mmhg)	36,95 ± 1,91	39,30 ± 3,13	41,05 ± 2,97	ns
	HCO ₃ (mmhg)	20,01 ± 0,74	19,87 ± 0,72	20,00 ± 0,63	ns

*Valores expresados como la media ± error estándar de la media. Letras diferentes expresan diferencia significativa.

de la deshidratación del ácido carbónico (H₂CO₃) formado a partir del hidrógeno (H⁺) y del bicarbonato (HCO₃⁻), mediante la intervención de la anhidrasa carbónica (AC). El CO₂ se elimina por vía pulmonar y no es más que un reflejo de la concentración del ácido. Por lo tanto, la pérdida de CO₂ por vía pulmonar, se traduce en una disminución de la PCO₂ en sangre (hipocapnia primaria) que conduce a una alcalosis de origen respiratorio. El pH sanguíneo fue más elevado (aunque no significativo) en los tratamientos con electrólitos que para T1. Probablemente, los sistemas amortiguadores celulares que son los que inicialmente controlan las alteraciones ácido-básicas de índole respiratoria, funcionaron en forma eficaz. Es posible que el mayor valor

de pH observado en el T2 y en el T3, haya sido por la incorporación de NaHCO₃ y NH₄Cl en el alimento y en el agua, que constituyen fuentes de álcalis (Rojas *et al.*, 2008).

En el Cuadro 5 se observa el efecto del estrés térmico sobre los niveles de Hto, Hb, PP, GB y GR en los pollos de engorde, existiendo diferencias estadísticas al día 35 de edad sobre los Hto (P=0,0483) y Hb (P=0,0117), aumentando los índices en sangre con la adición de los electrólitos. Mientras que en el día 36, resulta una disminución estadísticamente significativa (P = 0,0119) de los Hto entre el T1 vs T3, en efecto la temperatura ambiente de cría condujo a que comenzaran los cambios en el Hto y Hb; este

Cuadro 5. Efecto de la adición de electrólitos en alimento (T2) y agua (T3) respecto a una dieta sin adición de electrólitos (T1), sobre los promedios de las medidas tomadas de hematocritos (Hto), hemoglobina (Hb), proteína plasmática (PP), glóbulos blancos (GB) y glóbulos rojos (GR).

Edad	Variable*	T1	T2	T3	Probabilidad
35	Hto (%)	29,20 ± 1,82 ^{ab}	25,00 ± 0,00 ^b	29,57 ± 0,37 ^a	0,0483
	Hb (g/dL)	9,26 ± 0,73 ^b	12,90 ± 0,40 ^a	9,35 ± 0,39 ^b	0,0117
	PP (g/dL)	2,60 ± 0,09	2,60 ± 0,20	2,68 ± 0,07	ns
	GB (x10 ³ /cc)	23.816,00 ± 4.841,61	24.200,00 ± 1.320,00	24.154,28 ± 3.272,17	ns
	GR (x10 ⁶ /cc)	2,38 ± 0,107	1,75 ± 0,15	2,200 ± 0,201	ns
36	Hto (%)	30,40 ± 0,92 ^a	29,50 ± 0,50 ^{ab}	26,85 ± 0,80 ^b	0,0119
	Hb (g/dL)	11,56 ± 0,58	9,80 ± 1,20	10,22 ± 0,67	ns
	PP (g/dL)	3,00 ± 0,16	2,60 ± 0,00	2,77 ± 0,10	ns
	GB (x10 ³ /cc)	17.776,00 ± 2.856,95	19.800,00 ± 1.4520,00	18.120,000 ± 1.383,74	ns
	GR (x10 ⁶ /cc)	2,04 ± 0,17	2,00 ± 0,10	1,829 ± 0,14	ns

*Valores expresados como la media ± error estándar de la media. Letras diferentes expresan diferencia significativa.

cambio en el Hto y GR demuestra claramente un proceso de estrés térmico, ya que se produce una elevación en el volumen plasmático intracelular, esto se encuentra acompañado de una variación del Hto, tal y como lo describe (Chaiyabutr *et al.*, 1987 y Koga *et al.*, 1996).

Además, el efecto sobre la Hb a los 35 días, genera que esta actúe como buffer por estar en altas concentraciones en la sangre y por poseer histidina dentro de su componente el cual toma protones, los saca o los dona a los fluidos corporales para mantener el pH cercano a 7,4 como lo reporta Zhou *et al.* (1999). El comportamiento de los Hto a los 36 días del estrés térmico, concuerda con lo reportado por Zhou *et al.* (1999), sugiriendo que el incremento de agua en el plasma proviene del espacio extravascular y del tracto alimenticio.

Adicionalmente, el aumento en el consumo de agua (Cuadro 2), también eleva la producción urinaria, indicando que el agua consumida ingresa a la circulación y esto produce la disminución de la osmolalidad del plasma. Igualmente los resultados logrados son similares a los obtenidos

por Rossini *et al.* (2007), quienes obtuvieron que las unidades de Hb y los Hto disminuyen en un 6,63 % y un 5,22 % respectivamente en pollos de engordes criados en ambiente caliente, produciendo una hemodilución, sin modificar los valores de glóbulos blancos y proteína total.

En relación a la mortalidad de los pollos (Cuadro 6), durante la simulación de estrés calórico agudo, disminuyó significativamente ($P < 0,001$) con la adición de minerales, principalmente en los pollos que recibieron minerales en el agua, en comparación con el grupo no tratado, disminuyendo la mortalidad en un 21,87 %. Durante la simulación de estrés calórico agudo, los pollos que no recibieron minerales en el alimento probablemente tenían el mayor nivel de hiperventilación según lo indicado por Farfán *et al.* (2010) donde es posible la presencia de un desbalance ácido-base más un efecto atribuido al agotamiento de los mismos, provocando una alta mortalidad en comparación a los demás tratamientos. En tal sentido, otros estudios han obtenido respuestas similares, tal como Tanveer *et al.* (2005), que reportando una mortalidad de 12 % en la etapa de crecimiento, adicionando

Cuadro 6. Cantidad y porcentaje de mortalidad de los pollos durante la simulación del estrés agudo.

Tratamiento	Pollos muertos/ Total de Pollos	% Mortalidad*
1	24/64	37, 5 ^a
2	20/64	31,25 ^a
3	10/64	15.63 ^b
Probabilidad		0,001

*Valores expresados como la media \pm error estándar de la media. Letras diferentes expresan diferencia significativa.

minerales en el alimento, mientras que Borges *et al.* (2003), indicando un 0,12 % de mortalidad al adicionar 240 mEq/kg de alimento en pollos de engorde bajo condiciones de estrés, pero crónico.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, se determina que la adición de electrólitos tanto en el alimento como en el agua no afectan las variables productivas de los pollos de engorde. Sin embargo, con la adición de los electrólitos se aumenta el consumo de agua y como consecuencia una disminución de la osmolalidad plasmática, logrando disminuir los fenómenos de acidosis metabólica y en gran proporción la mortalidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de los Proyecto; FONACIT G-2005000420 y CDCH N° 010057182004, al igual que a la empresa Soda Química C.A.

LITERATURA CITADA

Borgatti, L., R. Albuquerque, N. Meister, L. Souza, F. Lima and N. Trindade. 2004. Performance of broiler fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Vol. 6. 153 – 157.

Borges, S., A. Fischer Da Silva and A. Maiorka., 2007. Acid-base balance in broilers. *World's Poultry Science Association*. 63: 73 – 79.

Borges, S., Fischer Da Silva, A., A. Majorka, D. Hooge and K. Cummings. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler Broilers under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science* 82:301–308

Borges, S. 1997. Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão. *Disertação de mestrado*. UNESP, Jaboticabal, Brazil.

Briones, N., T. Jiménez y M. Farías. 2009. Evaluación de espectrofotómetros para la elaboración de material de referencia empleado en la calibración y el control de la determinación de hemoglobina. *Revista de la Facultad de Medicina*. 32 (1). Disponible en línea: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692009000100008. [Jul. 5, 2013]

Chaiyabutr, N., C. Buranakarl, V. Muangegaroen, P. Loypetjra and A. Pichaicharnarong. 1987. Effects of acute heat stress on changes in the rate of liquid flow from the rumen and turnover of body water of swamp buffalo. *J. Agri. Sci. (Camb.)* 108: 549 – 553.

Coles, E. 1974. Erythrocytes. Capítulo 4. **En:** *Veterinary Clinical Pathology*. Segunda Edición. W. B. Saunders Company. Philadelphia. Estados Unidos. pp. 99-141.

- De Souza, B., A. Bertechini, A. Teixeira, J. De Freitas e R. Fonseca. 2002. Efeito da suplementação cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. *Cienc. Agrotec., Lavras*. 26: 1297 – 1304.
- Farfán, C., Y. Oliveros y V. De Basilio. 2010. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. *Zootecnia Trop.* 28(3): 363-373.
- Hansen, J. and B. Perry. 1994. Packed cell volume determination (PCV, Haematocrit). Capítulo 5. Supplementary diagnosis procedure. En: *The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants*. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya. 171 p.
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2010. Unidad Agroclimatológica. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Reporte de estación climatológica. Maracay - Venezuela.
- Koga, A., R. Furukawa, H. Hirose and Y. Hanai. 1996. Intra – bodily heat distribution, blood volume and blood flow rate to body surface in buffaloes and cattle under hot environments. In *Proceedings of Eighth AAAP Animal Science*, Tokyo, Japan. Vol. 2. pp. 578 – 579.
- Mather, F., G. Barnas and R. Burger. 1980. The influence of alkalosis on panting. *Comp. Biochem physiol.* 67(a) 265-268.
- Meyer, D. y J. Harvey. 2000. Evaluación de anomalías eritrocitarias. Capítulo 3. El laboratorio en medicina veterinaria interpretación y diagnóstico. En: *El laboratorio en Medicina Veterinaria. Interpretación y diagnóstico*. Segunda Edición. Editorial Inter-médica. Buenos Aires, Argentina. pp. 45-88.
- Mushtaq, T., M. Sarwar, H. Nawaz, M. Aslam and T. Ahmad. 2005. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight day of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Science*. 84: 1716 – 1722.
- Natt, M.P. and C.A. Herrick. 1952. The new diluent for counting erythrocyte and leukocytes of the chicken. *Poult Sci.* 31:735–738.
- Oliveros, Y. 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis de postgrado. Producción animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Raskin, R.S. 2000. Reptilian complete blood count. In: Fudge AM, ed. *Laboratory Medicine: Avian and Exotic Pets*. 3rd ed. Philadelphia, PA:W.B. Saunders Company. 193–204.
- Rojas, J., S. Comerma, T. Chacón, H. Zerpa, C. Farfán y V. De Basilio. 2008. Efecto de la adición de minerales en el agua o alimento sobre La frecuencia cardíaca, en pollos de engorde sometidos a estrés calórico crónico y agudo. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* 49 (2):99-111.
- Rossini, M., Y. Colina, S. Comerma-Steffensen y V. De Basilio. 2007. Parámetros hematológicos en pollos de engorde, sometidos a dos tipos de ambiente cálido en última semana de vida. XX Congreso Latinoamericano de Avicultura. Porto alegre - Brasil. pp. 246 – 248.
- Samour, J. 2000. Clinical and diagnostic procedures. **En:** *Avian Medicine* (Edit. Mosby), pp. 28-42.
- Schalm, O., N. Jain y E. Carroll. 1981. Hematología Veterinaria. Editorial Hemisferio. Primera Edición. Buenos Aires. Argentina. Capítulo IX. El eritrocito en la enfermedad. pp. 437-441.
- Tanveer, A., M. Sawar, M. Un-Nisa, A. Ul-Haq and Z. Ul-Hasan, 2005. Influence of varying source of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. *Animal Feed Science And Technology*. 120: 277 – 298.

- Teeter, R. and M. Smith. 1986. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poultry Science*. 65: 1777-1781.
- Thier, S. O. 1986. Potassium physiology. *Am. J. Med.*, 80: 3 – 7.
- Toyomizu, M., M. Tokuda, A. Mujahid and Y. Akiba 2005. Progressive alteration to core temperatura, respiration blood acid-base balance in broiler chickens exposed to acute heat stress. *The Journal Poultry Science*, 42:110-118.
- Zhou, W., T. Chaiyabutr, N. Fujita, M. and S. Yamamoto . 1999. Distribution of body fluid and change of blood viscosity in broilers (*Gallus domesticus*) under high temperature exposure. *Journal of Thermal Biology*. 24: 193 – 197.

Estrategias alimenticias en la alimentación de Postlarvas de Coporo (*Prochilodus mariae*) para una producción sustentable

Eating strategies in feeding Coporo postlarvae (*Prochilodus mariae*) for sustainable production

Glenn M. Hernández^{1*}, José A. González², Irana Matute¹, María Araujo¹, Zoraida Linares¹, Dinora Pacheco¹, Lismar Ramirez¹ Yuraima Arvelaez¹ y Yudith Palma¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP). Laboratorio de Nutrición Animal, Maracay A.P. 2105. Venezuela. *Correo electrónico: gherandez@inia.gob.ve

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Local Guanapito, Altagracia de Orituco A.P. 2320. Venezuela.

RESUMEN

El cultivo de coporo (*Prochilodus mariae*), se ha incrementado en Venezuela debido a los altos rendimientos que produce y su facilidad de engorde. La producción en cautiverio de esta especie se caracteriza por la siembra masiva de postlarvas. Existen pocos estudios en alimentos formulados para el manejo de la primera alimentación de esta especie, una información imprescindible para el desarrollo sustentable de la piscicultura. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una estrategia de alimentación, para optimizar el levantamiento de larvas de coporo; a través de un alimento (natural o artificial) que favorezca su crecimiento y supervivencia. Para ello se utilizaron 250 larvas/50l colocadas en acuarios con dimensiones de 1,0 x 0,4 x 0,3 m, uniforme y distribuida al azar, en seis tratamientos, con dos repeticiones: T1 Dieta formulada con 40% PC y 2.500 kcal/kg (C), T2 Microcapsulado (M), T3 zooplancton (P), T4 Dieta formulada (C) + Microcapsulado (M), T5 C + P y T6 M + P, hasta los 15 días de cultivo. Los resultados fueron analizados a través de un modelo estadístico completamente aleatorizado y la aplicación de un ANOVA y pruebas *a posteriori* tomando el nivel de significación =0,05. Los resultados indicaron que el uso de alimentos balanceados en el levantamiento larval del coporo permite mejora en las tasas de crecimiento y sobrevivencia (P 0,05) y por lo tanto, es factible la utilización de alimentos balanceados durante la etapa de su levantamiento larval en *P. mariae*.

Palabras clave: larvas, alimento, formulado, microcapsulado, plancton, coporo.

Recibido: 22/10/13 Aprobado: 30/06/14

ABSTRACT

Growing of coporo (*Prochilodus mariae*), has increased in Venezuela because of it's high yields and ease of fattening. The production of this species in captivity is characterized by the massive planting of postlarvae. There are few studies using formulated food for first feeding management of this species, a prerequisite for sustainable development of aquaculture. Therefore, the objective of this work was to develop a feeding strategy to optimize lifting of coporo larvae; through a (natural or artificial) food that promotes growth and introduces survival. T1 diet formulated with 40 % CP and 2500: This 250 larvae/50l placed in aquaria with dimensions of 1.0 x 0.4 x 0.3 m, uniformly and randomly distributed into six treatments with two replications were used kcal / kg (C), T2 microencapsulated (M), T3 zooplankton (P), T4 formulated diet (C) + microencapsulated (M), T5 and T6 P C + M + P, up to 15 days in culture. The results were analyzed using a completely randomized statistical model and the use of an ANOVA and *a posteriori* tests using the level of significance =0.05. The results indicated that the use of feed in the larval estage of coporo improved growth rates and survival (P 0.05), therefore, it is feasible to use asa feed during the larval stage on the uprising *P. mariae*.

Key words: larvae, food, formulated microencapsulated, plankton, coporo.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la larvicultura es producir juveniles sanos y con tallas adecuadas a un costo mínimo, en un tiempo determinado y disponible permanentemente (Atencio, 2001). En el periodo larvario de los peces se debe hacer énfasis en que el alimento suministrado cumpla con los requisitos mínimos necesarios para asegurar su sobrevivencia y mantener el crecimiento, debido a que en el momento de iniciar la alimentación exógena tienen un sistema digestivo menos complejo que el de los juveniles y adultos, desde el punto de vista de su morfología, histología y fisiología (Atencio *et al.*, 2003a).

El cultivo de especies nativas tiene ventajas comparativas con respecto a otras especies, con una mayor adaptación a las condiciones climáticas y de calidad de agua (Carvalho *et al.*, 2003). El Coporo (*Prochilodus mariae*) es una especie autóctona, reofilica, muy abundante en el río Orinoco y Apure. La especie es muy apreciada por la calidad y sabor de la carne en las poblaciones llaneras originando que sea una de las especies de agua dulce con mayor demanda de consumo en el país (González y Heredia, 1998).

En las estaciones piscícolas de Venezuela donde se realiza reproducción de los alevines, la técnica se caracteriza por la siembra masiva de las postlarvas una vez que hayan reabsorbido el saco vitelino, en estanques generalmente de tierra y en algunos casos de concreto, donde ocurre el levantamiento de los alevines, para su posterior comercialización y engorde en diferentes modalidades de producción, este tipo de manejo ofrece irregularidades en las tasas de sobrevivencia final.

La alimentación en la mayoría de las estaciones se realiza a través de la fertilización orgánica e inorgánica de los espejos de agua, para la producción de plancton, aunque existen otros tipos de estrategias alimenticias como la adición de microcapsulado obtenido a partir de huevo de gallina. Tales microdietas se han utilizado para reemplazar parcialmente los rotíferos en algunos programas de cultivo de larvas de agua dulce, sin embargo, transcurrirán varios años antes de que tales estrategias de alimentación logren reemplazar por completo los alimentos vivos.

Hasta la fecha no existen estudios que evalúen la posibilidad de utilizar alimentos formulados para el manejo de la primera alimentación de esta especie, información imprescindible para el desarrollo sustentable de la piscicultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Estación Local Guanapito del INIA-Guárico, Venezuela; la cual está ubicada aproximadamente a 9 Kilómetros de la población de Altagracia de Orituco, vía Parque Nacional Guatopo, a 422 m.s.n.m. y a 09°55'33" de Latitud Norte y 66°24'10" de Longitud Oeste. El clima del área es característico de la zona de transición montañosa con temperatura promedio de 27°C y precipitación anual de 1.100 mm.

En el estudio se utilizaron 250 larvas de Coporo obtenidas por inducción con hormona de carpa, producto de un mismo desove. Dichas larvas se colocaron de manera uniforme y distribuidas al azar en seis tratamientos con dos repeticiones (Cuadro 1).

Las larvas fueron colocadas en acuarios con dimensiones de 1 x 0,4 x 0,3 m, para un volumen de 250 l, con recambio del 50 % diario de agua a través de un sifón, provisto de una fuente de luz artificial y con aireación permanente durante 15 días de cultivo. Las larvas fueron alimentadas con las dietas experimentales una vez que reabsorbieron el saco vitelino.

Muestreo y toma de datos

Semanalmente, se registró la ganancia de peso y longitud de las larvas de Coporo, a través de un muestreo aleatorio del 10 % de la población por repetición eliminándose de las larvas el exceso de agua y pesándose individualmente en una balanza analítica con calibración interna modelo CPA64, marca Sartorius.

Indicadores evaluados

S (%) = Número de larvas al final/Número de larvas al Inicio*100

TC = Peso final promedio – Peso inicial promedio/ tiempo *100 (% de ganancia en peso/día).

(S): sobrevivencia.

(TC): Tasa de crecimiento instantáneo

Cuadro 1. Tratamientos experimentales utilizados en la alimentación de postlarvas de *P. mariae*.

Tratamientos	Características
T1	Dieta formulada con 40% PC y 2500 kcal/kg (C), pulverizada a 200 μ m.
T2	Microcapsulado (M).
T3	Plancton (P).
T4	Dieta formulada (C) + Microcapsulado (M).
T5	Dieta formulada (C) + Plancton (P).
T6	Microcapsulado (M) + Plancton (P).

PC=Proteína Cruda.

Parámetros físico químico

Diariamente se hizo un recambio de agua del 50 % en todas las unidades experimentales previas al recambio, se tomaron, para las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, (kit de análisis de agua de MERCK) pH (medidor de pH, Pelkin Hermes), nitrito, nitrato y amonio (colorimetría).

Manejo del experimento

Ensayo 1

Se procedió a instalar una prueba que consistió en colocar larvas producto de un mismo desove una vez que reabsorbieron el saco vitelino por duplicado, en 6 acuarios con dimensiones de 1 x 0,5 x 1,5 m, para un volumen de 250 l. Dichas larvas fueron alimentadas cada 4 horas *ad libitum* por un periodo de dos días, con los tratamiento T1, T2 y T3. El suministro de alimento balanceado, zooplancton y microcapsulado, posterior a las 48 horas de alimentación *ad libitum*, fue de un 20 % de la biomasa, 6 presas por larvas y 15 ml de microcapsulado. Dicho resultado fue utilizado para determinar la efectividad de las estrategias de alimentación en coporo.

Ensayo 2. Estrategias de alimentación en coporo

Todas las dietas experimentales, a excepción de los tratamientos combinados (T1, T2 y T3), fueron suministradas de acuerdo al resultado obtenido en el ensayo 1. En los tratamientos combinados (T4, T5 y T6) el alimento fue suministrado la mitad del alimento proporcionado a las larvas

sometidas a los tratamiento no combinados (T1, T2 y T3), tal como se aprecia en el Cuadro 2.

Tratamiento 1

La composición de la dieta ensayada en el tratamiento 1 se presenta en el Cuadro 3. Se elaboró una dieta isocalórica e isoproteica con 40 % de proteína y 2.500 kcal/kg, propuesta por Hernández *et al.* (2010). El alimento formulado se elaboró de la siguiente manera: primeramente se mezclaron los ingredientes secos hasta su completa homogenización, luego se adicionó el aceite y 100 ml de agua/kg de mezcla. La mezcla se pasó por un molino ultra centrifugo ZZM 200, para materiales blandos, de dureza media quebradizos y fibrosos, tamaño de alimentación 10mm, acabado 0,04mm marca RETSCH y los pellet fueron secados en una estufa con recirculación de aire forzado a 60°C durante un tiempo de 6 horas aproximadamente.

Posteriormente, el alimento fue pulverizado a 200 μ m y almacenado en bolsas plásticas a 10°C. Los análisis de la composición proximal de la dieta se realizaron, utilizando los métodos descritos en el AOAC (1995). El alimento formulado fue ofrecido al 20 % de la biomasa de las larvas, dos veces al día por 15 días de cultivo.

Tratamiento T2

Para el tratamiento T2, se procedió a la elaboración de un microcapsulado utilizando 3 huevos frescos enteros mezclados bruscamente con 500 ml de agua hirviendo, generando micro partículas de huevos cocidos que fueron

Cuadro 2. Estrategia empleada para determinar el suministro de alimento a postlarvas de coporo.

Tratamientos	Dieta Formulada (% de Biomasa)	Microcapsulado (ml)	Zooplancton
T1	20		
T2		15	
T3			6
T4	10	7,5	
T5	10		3
T6		7,5	3

Cuadro 3. Composición de la dieta experimental (%) utilizada en el levantamiento larval de coporo (*Prochilodus mariae*).

INGREDIENTES	%
Almidón de Yuca	9
Glucosa	36
Aislado de Soya	20
Caseína	25
Aceite Vegetal	3
Sal	0.5
Fosfato Dicálcico	1.35
Lisina	1.86
Metionina	0.5
Carbonato	1.29
Vit/min ¹	0.5
CMC ²	1
PC ³ , (%)	40
EM ⁴ , Kcal/kg	2500
Ca, (%)	1
Ceniza (%)	4.01
P Total, (%)	0.5

Riboflavina, 9mg; Ácido Pantoténico, 15mg; Niacina, 14 mg; Tiamina, 1 mg; Vitamina B6, 3 mg; Vitamina C, 25 mg; Mn, 2,4 mg; Cu, 5 mg; Zn, 20 mg; Fe, 30mg; Mg, 0,04%. ²CMC: Carboximetil celulosa. ³PC: proteína cruda (N X 6,25). ⁴EM: Energía metabolizable estimada.

Fuente: Hernández *et al.*, 2010. ¹Vitaminas y minerales (por Kg de alimento): Vitamina A, 2.000 UI; Vitamina D, 500 UI.

suministradas a razón de 15 ml cada cuatro horas por 15 días de cultivo.

Tratamiento T3

Las postlarvas fueron alimentadas con alimento natural (zooplancton), producto del fertilizado del cuerpo de agua incorporando gallinaza (1 kg/10m²), cal agrícola (100 g/m²) y Triple fosfato 14 (10 g/m²), en tanques de 2000 lt (Cuadro 4). El zooplancton fue recolectado con una red planctonera, de ojo de malla de 30 mm, con arrastres horizontal. El zooplancton fue lavado con agua limpia y separado mediante tamizado, entre 125 y 160 µm, y estuvo compuesto principalmente por rotíferos *Brachionus* sp¹ y *Brachionus* sp² (50,3 ± 10 %) y por nauplios y copepoditos de copépodos *Argyrodiaptomus* sp., *Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops* sp (37 ± 12 %), ofrecidas a razón de 6 presas/larvas, cada 4 horas durante 15 días de cultivo.

Tratamientos combinados T4, T5 y T6

Para los tratamientos T4, T5 y T6 se procedió como se indica en el Cuadro 2.

Análisis estadístico

Las bases de datos fueron creadas en hojas de cálculo, conformando un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables utilizando un modelo estadístico completamente aleatorizado y los promedios separados mediante un análisis de varianza y la prueba *a posteriori* de Tukey ($\alpha=0,05$); con ayuda del programa estadístico InfoStat (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua

Los valores de los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron constante y dentro de los valores de confort para la especie (temperatura 25°C ± 0,01, pH 6,38 ± 0,01, Oxígeno disuelto 6 mg/l ± 0,01, alcalinidad 20 mg/l ± 0,01, amonio, nitratos y nitritos, cero para todos los tratamientos, como se observa en el Cuadro 5.

Prueba de crecimiento

Los resultados de los bioensayos a los 15 días de cultivo demuestran que las mejores

Cuadro 4. Programa de fertilización del cuerpo de agua

Insumos	CANTIDAD
Cal Agrícola g/m ²	100
Gallinaza Kg/10m ²	1
Triple 14 g/m ²	10

Cuadro 5. Parámetros de calidad de agua obtenidos durante el desarrollo larvario del coporo (*Prochilodus mariae*).

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Oxígeno disuelto (mg/l)	6 ± 0,01	6±0,01	6±0,01	6±0,01	6±0,01	6±0,01
Amonio (mg/l)	0	0	0	0	0	0
Alcalinidad (mg/l)	20±0,01	20±0,01	20±0,01	20±0,01	20±0,01	20±0,01
pH	6,3±0,01	6,5±0,01	6,5±0,01	6±0,01	6,5±0,01	6,5±0,01
Temperatura (°C)	25±0,01	25±0,01	25±0,01	25±0,01	25±0,01	25±0,01
Nitritos	0	0	0	0	0	0
Nitratos	0	0	0	0	0	0

respuestas de crecimiento en peso de las larvas de *P. mariae* (peso \pm EE) se observaron en el tratamiento concentrado T1 (2.023 mg \pm 0,02), con diferencias significativas con relación a los demás tratamientos (P 0,05). Los tratamientos T5 (1.345,5 mg \pm 0,01) T6 (1.341 mg \pm 0,02) y T4 (1.091,5 mg \pm 0,01) no mostraron diferencia significativa (P 0,05) mientras que las menores ganancias de peso se obtuvieron con los tratamientos T2 (736 mg \pm 0,01) y T3 (0,592 mg \pm 0,01), ver en el Cuadro 6. Este resultado evidencia mejores respuestas productivas, en aquellas larvas que fueron alimentadas con alimento formulado, ya sea solo o combinado con zooplancton o microcapsulado; contrariamente a lo reportado por Lazo (2000), quien concluyó que cuando las larvas son alimentadas con dietas artificiales, se produce un atraso en el crecimiento y altas mortalidades durante la primera semana de vida.

La Figura 1 demuestra que durante los primeros siete días de vida de las postlarvas, se obtienen los mejores indicadores de crecimiento; tal como lo señalaron Atencio *et al.* (2003) para la especie *Prochilodus magdalenae*, al encontrar que en los diferentes periodos de manejo de la primera alimentación, entre los tres y siete días se obtienen las mejores ganancias

de peso; sugiriendo tres días como periodo mínimo necesario para el manejo de la primera alimentación.

Muchas investigaciones señalan las ventajas de la utilización de zooplancton en la alimentación de larvas de peces (Atencio *et al.*, 2003^a, Atencio *et al.*, 2003^b), aunque, en la presente investigación no se observaron tales beneficios tanto en ganancia de peso como en sobrevivencia (T1: 70,8 %, T4:60 % , T5: 40 % T2: 30 %, T3: 20 %, y T6: 20 %) mostrando los mejores resultados en los tratamientos T1 y T4 con diferencias significativas (P<0,05) entre los tratamientos T5, T2 y T6 (Cuadro 6); quizás debido al uso de una densidad de siembra mayor que la reportada por otros investigadores, en otras especies, lo cual afecta la disponibilidad de alimento cuando la producción se genera de una manera extensiva o semi-intensiva.

La tasa de sobrevivencia en general fue relativamente baja, tal vez atribuida a la incorporación de organismos patógenos y predadores en el zooplancton (Muñoz *et al.*, 2007; García, 2000) y al hecho de que las larvas en los primeros días de alimentación exógena capturan organismos de menor tamaño y de menor movilidad (Pedreira *et al.*, 2008), los

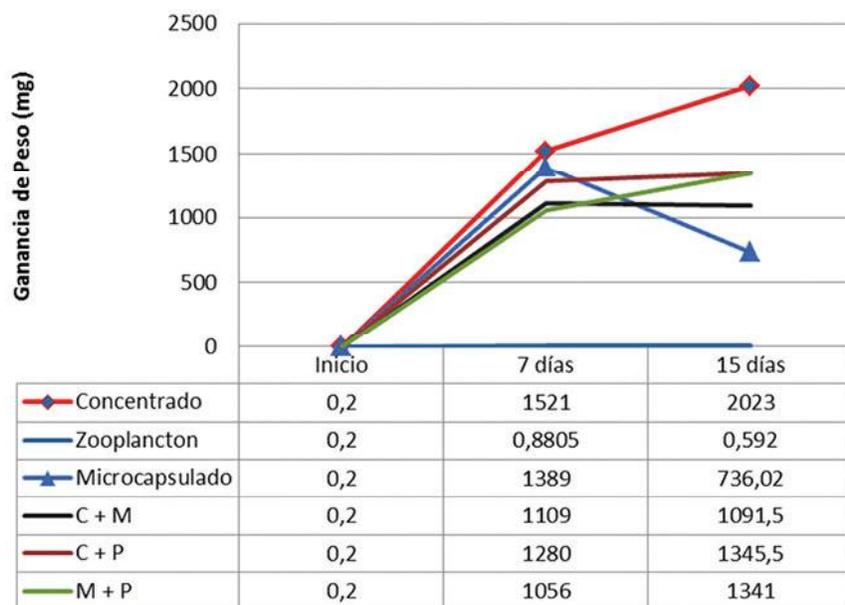


Figura 1.- Efecto de diferentes estrategias de alimentación sobre la ganancia de peso en larvas de coporo (*Prochilodus mariae*).

Cuadro 6.- Valores promedios de la ganancia en peso (GP) y sobrevivencia final (S) en larvas de coporo (*Prochilodus mariae*)^{1,2}.

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6
GP (mg)	2023± 0,02 ^a	736± 0,01 ^c	0,592 ± 0,01 ^c	1091,5± 0,01 ^b	1345,5± 0,01 ^b	1341± 0,02 ^b
S (%)	70.8± 10 ^a	30± 20 ^b	20± 25 ^c	60±10.5 ^a	40± 10.7 ^b	20± 15 ^c

¹ ± Error estándar (n= 10% de la población)

² 15 días de cultivo

a, b... promedios con letras distintas dentro de una misma fila difieren estadísticamente (P<0,05)

cuales, posiblemente, no aparecieron en el muestreo del zooplancton debido al uso de una malla de entre 125 y 160 µm.

Similar situación reportaron Atencio-García *et al.* (2003^a), quienes evaluando varias dietas en *P. magdalenae* encontraron, al usar zooplancton silvestre tamizado (250-400 µm), que estas especies presentan características de predación en razón del tamaño de la partícula ofrecida; permitiendo que presas de un mayor tamaño faciliten su captura y originen una mejor asimilación para su crecimiento y desarrollo.

No obstante, al comparar la tasa de sobrevivencia estas larvas de *P. magdalenae* tuvieron las menores tasas; atribuidas, quizás, a la presencia de copépodos ciclopoideos de comportamiento predadores de Amphiprion sebae: naúplios de *Artemia* sp, concentrado de 48 % PC y zooplancton determinaron que las larvas aceptaron como primer alimento un concentrado de 48 % PC, además crecieron y sobrevivieron igual que las larvas alimentadas con naúplios de *Artemia* sp; contrario a lo señalado para la cabrilla Arenera *Paralabrus maculatofasciatus* (Civera *et al.*, 2002), en cuanto a que la sobrevivencia y el crecimiento en las larvas iniciadas con dieta artificial fueron significativamente menor (P 0,05) que las larvas alimentadas con el alimento vivo.

López *et al.* (2007) señalaron que las larvas de coporo a las 36 horas post eclosión tienen la boca abierta y movimientos mandibulares rápidos, a una frecuencia aproximada de 2 por segundo. Además, dedujeron que estructuras como la boca y el intestino se desarrollan durante la vida larval aun antes de reabsorber por completo el

vitelo, cuya reabsorción completa se observa a las 84 HPE (horas por eclosión); una situación que permite el inicio de la alimentación exógena y la utilización de la última reserva de vitelo como dispensador de nutrientes para la búsqueda del nuevo alimento.

En base a estos resultados se podría señalar que las larvas de *P. mariae* pueden considerarse como larvas precociales (con abundante vitelo) que asimilan eficientemente el alimento artificial desde el inicio de la alimentación exógena; gracias a que presentan el tracto digestivo diferenciado y, por lo tanto, son menos dependientes del zooplancton para el proceso de digestión (Sipaúba *et al.*, 2003).

Pelli *et al.* (1997), evaluando el consumo de ración en *Bodianus scrofa*, encontraron una mayor tendencia a ingerir microcrustáceos como cladóceros y copépodos, entre el cuarto y onceavo días posteclosión; lo cual sugiere indicar que en la fase postlarval de especies de peces neotropicales, la incorporación de alimento vivo son fundamentales para garantizar el adecuado crecimiento y sobrevivencia.

CONCLUSIÓN

Es factible la utilización de alimentos balanceados durante la etapa de levantamiento larval en *P. mariae* a un suministro de 20 % de la biomasa, dando 0,2 mg cada 6 horas, lo cual se traduce en una disminución en los costos de producción de dicho cultivo por las altas tasa de sobrevivencia y ganancia de peso.

LITERATURA CITADA

- Atencio, V. 2001^b. Producción de alevinos de especies nativas. MVZ-Córdoba 6: (1), 9-14.
- Atencio, V., E. Kerguelén, L. Wadnipar y A. Narváez. 2003^a. Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). MVZ-Córdoba. 8(1), 254-260.
- AOAC. Association of Oficial Analytical Chemists. 1995. Oficial Methods Analysis. 15th. Washington, D. C. pp. 1984-1018.
- Carvalho, A, A. Oliva-Teles and P. Bergot. 2003. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. *Aquaculture*; 225:445-449.
- Civera, R., J. Ortiz, S. Dumas, H. Nolasco, A. Alvarez, B. Anguas, R. Peña, M. Rosales, V. Carrasco, R. García y E. Goytortúa. 2002. Avances en la Nutrición de la Cabrilla Arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*). Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- García, A. 2000. Valor nutricional de los quistes de Artemia y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. In: V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola – CIAD., Mazatlán, México. Memorias Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. pp. 289- 290.
- González, J. y B. Heredia, 1998. El Cultivo de la Cachama, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigaciones del Estado Guárico, 2da. Ed. Maracay, 134 p.
- Hernández, G., J. González, E. Alfonso, Y. Salmeron y P. Pizzani. 2010. Efectos de la relación energía/proteína sobre el desempeño productivo en larvas de Coporo (*Prochilodus mariae*). *Zootecnia Trop.*, 28(2): 173-182. 2010.
- InfoStat (2004). Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Lazo, J. 2000. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. Memorias del V Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. 19-22 Noviembre, Mérida, Yucatán, México.
- López, T. M., V. Medina, Y. Velasco y P. Cruz. 2007. Valores morfométricos en larvas de yamú brycon amazonicus (pisces: characidae) obtenidas con semen fresco y crioconservado. *Actual Biol* 29 (87): 209-219.
- Muñoz, F., J. Tobar y J. Arias. 2007. Respuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla *Rhamdia sebae* C.F. (Pisces: Siluriformes, Pimelodidae). Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1 (5): 47-53.
- Pedreira, M., J. dos Santos, E. Sampaio, F. Ferreira e J. Silva. 2008. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo da ração na larvicultura de pacamã. *R Bras Zootec*; 37:1144-1150.
- Pelli, A., R. N. Dumont, J. D. Silva, S. M. Ramos, D. Souza e N. D. Barbosa. 1997. Ingestão de ração por pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), curimba (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) e piau (*Leporinus friderici* Bloch, 1794) em condições semi-intensivas. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 24 (único): 119-123.
- Sipaúba, T. e L. Rocha. 2003. Produção de plâncton (Fitoplâncton e zooplâncton) para alimenção de organismos Aquáticos. Segunda edición. San Carlos, Brasil: Editora Rima.

Nota Técnica

Polinización de tomate, calabacín y pepino, con Meliponinos y *Apis mellifera* en invernaderos

Pollination of tomato, zucchini and cucumber, with stingless bees and *Apis mellifera* in greenhouses

Antonio José Manrique¹, José Luis Blanco²

¹Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Jaime Henao Jaramillo. estado Miranda, Venezuela. Correo electrónico: antoniomanrique2008@hotmail.com

²Apiarios Resplandor. Hoyo de La Puerta, municipio Baruta, estado Miranda, Venezuela.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron conocer mediante observaciones, la actividad polinizadora en tomate (*Lycopersicum esculentum*), calabacín (*Cucurbita pepo*) y pepino (*Cucumis sativus*), el comportamiento evasor de los meliponinos (abejas sin aguijón) angelita (*Tetragonisca angustula*), conguita (*Nannotrigona testaceicornis*) y *Plebeia* sp., en condiciones de invernaderos cerrados y el comportamiento polinizador en invernaderos abiertos con competencia de abejas africanizadas (*Apis mellifera*), desde marzo hasta agosto de 2012, en dos invernaderos de 2,500 m² en el estado Carabobo, Venezuela. Los resultados obtenidos en invernaderos cerrados mostraron que el *L. esculentum* no fue polinizado por ninguna especie de abejas, mientras que *C. sativus* y *C. pepo* si fueron polinizados. Todos los meliponinos se adaptaron a las condiciones cerradas, siendo las angelitas las menos evasoras. En condiciones abiertas, tampoco el *L. esculentum* fue polinizado, las nanotrigonas tuvieron mayor frecuencia que las *Apis* y angelitas polinizando el *C. sativus* y *C. pepo*. Se determina que los meliponinos poseen un elevado potencial como polinizadores en condiciones de invernaderos cerrados y en condiciones abiertas también, aún con la competencia de las *Apis*.

Palabras clave: meliponinos, *Apis mellifera*, polinización, tomate, calabacín, pepino.

ABSTRACT

The objectives of this research were to evaluate the pollination in tomato, (*Lycopersicum* L.), zucchini (*Cucurbita pepo*) and cucumber (*Cucumis sativus*) in closed greenhouses with stingless bees (*Tetragonisca angustula*), (*Nannotrigona testaceicornis*) and *Plebeia* sp. and the absconding behavior. The pollination behavior in open greenhouses with stingless and Africanized honeybees (*Apis mellifera*), was evaluated in two greenhouses of 2.500m², from March to August 2012, in Carabobo state, Venezuela. The results in closed greenhouses showed that *Cucurbita pepo* and *Cucumis sativus* were pollinated, while *Lycopersicum esculentum* was not pollinated by any stingless bees. All stingless bees showed adaptation in close greenhouses, being *T. angustula* the least absconding. In open greenhouses the *L. esculentum* L. was not pollinated, *Apis* were more efficient than all stingless bees pollinating *C. sativus* and *C. pepo*. Determined, the stingless bees have a great potential as efficient pollinators in close and open greenhouses, even in presence of *A. mellifera*.

Key words: stingless bees, *Apis mellifera*, pollination, tomato, zucchini, cucumber.

INTRODUCCIÓN

La polinización es fundamental en los procesos productivos, reproductivos y calidad de los cultivos, por tal razón, este proceso es de vital importancia en la agricultura para aumentar la productividad. El servicio prestado por las abejas en beneficio de los ecosistemas mediante la polinización es de tal magnitud, que Beisemeijer *et al.*, (2006) calcularon en más de 40 billones de dólares. Uno de los principales problemas de la polinización entomófila es el uso de agrotóxicos en los cultivos, principalmente, aplicados cuando las flores están en antesis. Los polinizadores que colectan el néctar de las flores provenientes de plantas fumigadas con pesticidas, contaminan la miel y provocan, alteraciones metabólicas cuando estos la ingieren. Más del 30 % de los alimentos consumidos por los humanos depende de la polinización entomófila. Por otro lado, los insectos son dependientes de las plantas y las utilizan como fuente de alimentos y como abrigo (McGregor, 1976).

El envenenamiento de las abejas puede ser por contacto, ingestión durante la visita a las flores y durante la fumigación. La acción del pesticida en las abejas, afecta el sistema nervioso, con parálisis de las patas, alas y tracto digestivo. De allí que el insecto no beba agua ni se alimenta, muriendo de hambre o por deshidratación (Malaspina y Stort, 1980).

Con el uso de invernaderos o cultivos protegidos se puede aumentar entre 46,3 % y 79,6 % el rendimiento, dependiendo del cultivar, cuando se compara con campo abierto (Reis *et al.* 1992; Oliveira, 1995). Galvani *et al.* (2001) en Brasil, constataron el aumento de productividad en invernaderos en las siembras de otoño e invierno, mientras que las siembras de primavera-verano la productividad, fue estadísticamente igual a las obtenidas en campo abierto. No obstante, estos resultados no son similares en condiciones tropicales como en Venezuela, donde la precipitación y plagas durante el periodo lluvioso atentan contra una buena productividad de pepinos en campo abierto.

En los últimos años en Venezuela, la producción agrícola en invernaderos o casas de cultivos se ha promovido y desarrollado aceleradamente, como una forma de optimizar el recurso tierra y aumentar los rendimientos de diferentes rubros,

principalmente, hortalizas como *L. esculentum*, *C. pepo* y *C. sativus*, sin embargo, a pesar del gran avance, la polinización sigue siendo uno de los mayores obstáculos, que incide en que los rendimientos no sean los idóneos y/o los costos sean elevados por este proceso, que se realiza manualmente.

Por las razones anteriores, la polinización con abejas es una alternativa válida para aumentar los rendimientos, siendo en la actualidad las responsables de polinizar casi el 65 % de los cultivos comestibles (FAO, 2004; Guimarães, 2006). La polinización manual mediante la agitación de las flores y la polinización entomófila producen tomates con mejor calidad y cantidades satisfactorias. Respecto de la polinización del tomate, este requiere de un insecto grande como los abejorros, en la actualidad los polinizadores más utilizados dentro de los invernaderos (Velthuis y van Doorn, 2006). A pesar de eso, la utilidad de los abejorros en invernaderos es limitada ya que sus colonias a diferencia de las de meliponinos, no son perennes y su actividad de pecoreo puede verse severamente limitada bajo condiciones de clima tropical (Kwon y Saeed, 2003; Palma *et al.*, 2004).

En Yucatán, México, Cauich *et al.*, (2004) y Cauich *et al.* (2006) compararon la *Nannotrigona perilampoides* con vibración mecánica y un tratamiento testigo sin polinización en cultivos de *L. esculentum* Mill.) y de chile habanero (*Capsicum chinense* Jaq) en invernaderos, y obtuvieron una eficiencia similar a la de la vibración mecánica en la polinización de ambos cultivos.

Por otro lado, aun cuando, se han utilizado en diversos países, como en Israel donde las abejas de miel (*Apis mellifera*) son los únicos polinizadores del melón en ambientes protegidos (Dag y Eisikowitch, 1995) quienes observaron que para alcanzar la máxima productividad, cada flor de melón debe ser visitada por 10 abejas.

Pero, en condiciones controladas en el trópico americano y más en Venezuela, es sumamente difícil, a saber: 1) la mayoría de las abejas son africanizadas y son sumamente defensivas en momentos determinados, complicando su manejo y las labores culturales del cultivo (Cruz y Campos, 2009); 2) tienden a picar a los operarios poniendo en riesgo su salud; 3) estas abejas por

naturaleza intentan salir de los invernaderos, lo que les ocasiona la muerte en las paredes o techos de los mismos, dejando de ser buenas polinizadoras al no adaptarse bien a las condiciones de encierro total.

Al mismo tiempo, en Brasil, colmenas de *A. mellifera* han sido utilizadas en confinamiento para polinización de melón, en Rio Grande del Sur, usando colmenas con doble piquera de manera de permitir acceso al interior y el exterior del invernadero. A pesar de lo dicho, más estudios son necesarios sobre el manejo de las abejas en este sistema (Kato, 1997). Como alternativa polinizadora, para solventar este problema en invernaderos, desde hace varios años, se ha estudiado el uso de meliponinos (abejas nativas sin aguijón). Los meliponinos, adicionalmente, presentan la ventaja, que polinizan algunas plantas rechazadas por las abejas *Apis*, sea por su estructura o por la concentración de azúcares o aromas de las plantas. De otro modo, tal como lo señala, Ruz (2002) el desarrollo de las técnicas de cría de meliponinos para polinizar en invernaderos tiene la importancia adicional, de disminuir la presión para introducir especies exóticas, como ha ocurrido en Chile, Colombia y Uruguay.

En nuestro país, poco se ha trabajado con polinización en invernaderos con abejas nativas, en el presente trabajo, se utilizaron tres especies: angelita (*Tetragonisca angustula*), conguita (*Nannotrigona testaceicornis*) y *Plebeia sp.*

Los objetivos del presente trabajo fueron conocer la actividad polinizadora en tomate, calabacín y pepino, además del comportamiento evasor de las abejas angelita, conguita y *Plebeia*, en condiciones de invernaderos cerrados y observar su comportamiento polinizador en invernaderos abiertos con competencia de *Apis mellifera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Manejo del cultivo

El estudio se realizó en un cultivo comercial de tomate variedad 'Durinta larga vida', en dos invernaderos (uno abierto y otro cerrado) de 100 metros de largo y 25 metros de ancho para un área total de siembra de 2500 m² cada uno, localizados en las siguientes coordenadas

geográficas 10°14'14" de Latitud Norte y 68°15'44" de Longitud Oeste, en el estado Carabobo, Venezuela. A una altitud de 680 m.s.n.m. y temperatura media anual de 23°C. La siembra principal era de tomate, que se distribuyó en hileras de 204 plantas cada una y una densidad de 3 plantas/m².

Entre las hileras del tomate se sembraron dos hileras de pepino y dos hileras de calabacín, para un total de 250 plantas de pepino y 400 plantas de calabacín, de variedades no partenocárpicas que requieren de polinización cruzada para producir frutos, a modo de prueba sobre su viabilidad agronómica y económica en invernaderos sin abejas *Apis*.

La fertirrigación, las labores culturales, el monitoreo de las plagas, y la aplicación de los fungicidas, se realizaron de acuerdo con el protocolo implementado en la unidad de producción. No se utilizaron insecticidas durante todo el ciclo del cultivo, pero sí fungicidas en cinco oportunidades, contra *Sphaerotheca*, *Botrytis* y *Phytophthora*, pasadas las 18.00 horas, previo retiro de las colonias de abejas durante la aplicación.

Descripción y manejo de las colonias abejas

Para el invernadero cerrado, se utilizaron cinco colonias de abejas sin aguijón, dos de angelita (*T. angustula*), dos de conguita (*N. testaceicornis*) y una de *Plebeia sp.*, colocando dos (Cada especie en par, separada a 100 metros) a cada extremo (cada especie en par) y una (*Plebeia*) en el centro del invernadero, desde marzo hasta julio de 2012, cuando se retiraron después de dos ciclos.

Las colonias fueron colocadas a un metro de altura sobre un cuñete plástico, manteniendo la altura del meliponario de donde provenían originalmente. Las abejas no fueron alimentadas artificialmente ni tampoco fueron entrenadas para pecorear en condiciones de confinamiento, solo se alimentaron del polen y néctar que colectaron de las plantas presentes.

En el invernadero abierto, se utilizaron las mismas cinco colonias de meliponinos y una colonia de abejas *A. mellifera* que constaba de cámara de cría y aproximadamente 50.000 individuos, ubicada a 50 metros del invernadero,

distancia adecuada para polinizar y para permitir las labores normales dentro del invernadero con mínimo riesgo para los operadores. Durante julio y agosto de 2012.

Registro de datos

El registro de la información y la toma de datos fueron realizados durante 15 días desde el 21 de marzo de 2012 hasta el 23 de agosto entre las 6:00 y la 17:00 horas, durante los primeros 15 minutos de cada hora, mientras las plantas estuviesen en floración. Los datos se obtuvieron al muestrear tres ramas laterales de cada cultivo por día, el número de flores por rama varió entre tres y cinco. El comportamiento colector de miel o polen de cada especie de abeja, se evaluó mediante observación directa durante los días que duró la fase experimental y con las abejas que visitaron las flores y se cuantificó el número total de abejas en una hora.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, donde el factor a evaluar fue la especie (*T. angustula*, *N. testaceicornis* y *Plebeia* sp.). En este estudio se realizaron dos ensayos: a) observación de la actividad polinizadora y evasora de los meliponinos, en invernaderos cerrados; b) polinización en invernaderos abiertos con meliponinos y *Apis mellifera*.

Análisis de datos

Los datos obtenidos correspondientes a las frecuencias de actividad polinizadora y evasora fueron analizados utilizando la prueba de Chi cuadrado, para determinar la distribución de esta actividad entre las especies evaluadas. Los análisis fueron realizados por separado considerando la especie vegetal (tomate, pepino y calabacín). Los análisis fueron realizados en base a las observaciones diarias, y a la frecuencia total durante el período de evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los meliponinos evaluados, ninguno colectó directamente polen ni polinizó el tomate, observándose pocas abejas angelitas intentando entrar en la flor y recogiendo un poco de polen caído de las flores, esta ausencia de polinización, se debe a que el tomate requiere de un insecto

grande, con fuerza que pueda abrir la flor y que vibre mucho para colectar el polen de esta planta, en tanto que los meliponinos usados en el presente trabajo no poseen dichas características. Sin embargo, lo observado en el presente trabajo, Macias *et al.*, (2001) consideran como eficientes polinizadoras del tomate a las *T. angustula* y *Nannotrigona* spp. Similarmente, Ruz (2002) señala que de las abejas sin aguijón, las del género *Melipona* realizan este tipo de polinización y ya han demostrado ser eficientes polinizadores de tomate y pimentón. También sugiere que una especie del género *Nannotrigona* mostró buen desempeño en la polinización de tomates.

Por otro lado, todos los meliponinos mostraron un adecuado comportamiento polinizador en calabacín y pepino, siendo las angelitas las menos activas y la *Nannotrigona* la especie que más frecuentó los cultivos, concordando con lo observado por Ribeiro (2004) quien señala que las *Nannotrigonas* y las angelitas son eficientes polinizadoras en invernaderos, Cauich *et al.* (2004) concluyen que la *N. testaceicornis* en polinización de tomates en invernaderos tiene elevado potencial en el trópico. El análisis del Chi-cuadrado, no mostró diferencias significativas en la distribución de la actividad de las diferentes especies de abeja, ni en pepino ni en calabacín en ambas condiciones; a pesar de que el valor de frecuencia aumenta en algunas horas, el comportamiento fue similar en las especies evaluadas.

En el presente trabajo, tal como se muestra en la Figura 1, ambas especies visitaron principalmente las flores de pepino, durante casi todo el día, con colecta de néctar de esta planta verificado, entre las 7.00 y 17.00 horas, con un máximo entre las 9.00 y las 11.00 concordando con los datos de Nicodemo (2008) quien observó este comportamiento colector en *N. testaceicornis*. A pesar de lo dicho, el polen lo colectaban desde 10.00 hasta 12.00 horas y entre 14.00 y 15.00 horas, contrario a lo sugerido por el mismo autor, quien señala que ninguna de las abejas evaluadas colectó polen de pepino, aunque verificó que las abejas tuvieron contacto con los estambres, presumiendo que las abejas durante la colecta de néctar impregnaban su cuerpo de polen y lo transportaban a otras flores cuando estaban pecoreando néctar. Las

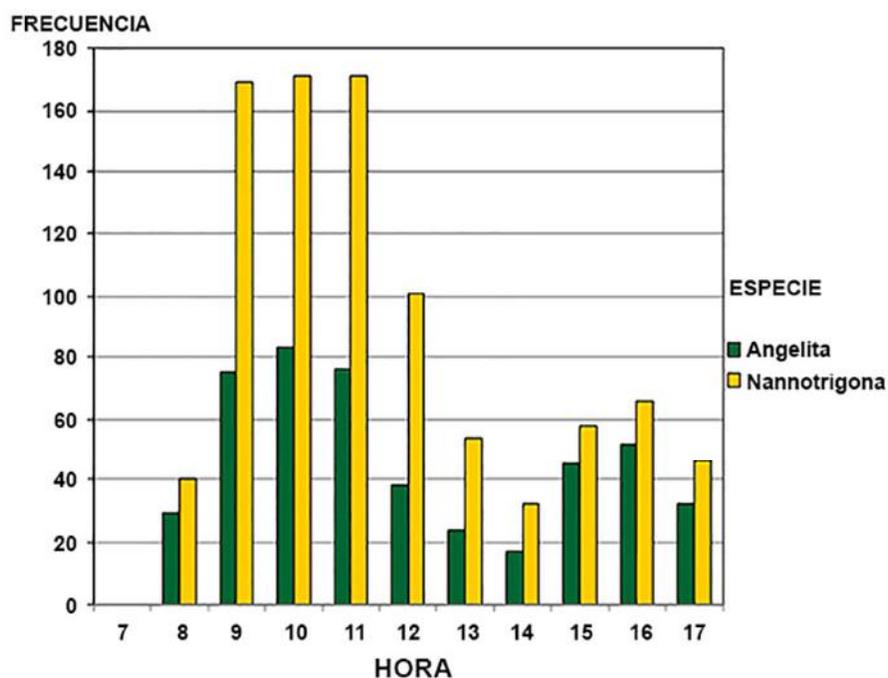


Figura 1. Frecuencia de pecoreo de angelita y nannotrigona en pepino en invernadero cerrado.

angelitas colectaban néctar y polen, este último principalmente, después de las 14.00 horas.

Este comportamiento colector, difiere de lo observado por Nicomedo (2008) quien refiere que las angelitas no visitaron las flores de pepino durante su experimento, alimentándose solo de las reservas de alimento que tenían previo al experimento. Al inicio de la prueba en condiciones cerradas, todas las abejas colectaban a una distancia no mayor a los 30 metros desde la colonia, aún así, a medida que avanzó el ensayo las angelitas y nannotrigonas ampliaron su alcance de polinización llegando hasta una distancia de 95 metros, todas las abejas observadas pertenecían a las colonias experimentales, dado el grado de confinamiento de los invernaderos, sumado a la ausencia de meliponinos en la zona. Similarmente, fue observado que las abejas salían a pecorear después de las 7.00, este comportamiento es más tardío que el de las abejas africanizadas, que salen a pecorear antes del amanecer (Rodríguez y Manrique, 2013).

El pepino en condiciones de invernadero mostró ser una planta altamente productora de néctar, dado que las colonias de conguitas y angelitas pudieron almacenar miel (Figuras 2 y 3) aun

cuando sus reservas al iniciar el ensayo fueron bajas, con menos de 4 ánforas de miel y polen como alimentos de reserva.

El comportamiento evasor (intentar salir o escapar del invernadero) de los meliponinos, fue muy similar en todas las especies, el primer día se observó que muchas pecoreadoras intentaban escapar del invernadero, adhiriéndose a la malla del mismo, no obstante, varias abejas retornaban a la colmena y a los 30 minutos iniciaban el reconocimiento floral y pecoreo de los respectivos cultivos, siendo las angelitas las abejas menos evasoras, siendo las plebeias y conguitas las más evasoras.

Es importante recalcar, que los meliponinos no fueron entrenadas con alimentación en confinamiento. Este comportamiento, se mantuvo durante una semana, hasta el acostumbramiento total al confinamiento, quizás por falta de alimentación en las colonias que las indujese a permanecer en la misma, a tal efecto Roselino (2005) sugiere que la utilización de abejas nativas en invernaderos requiere que las abejas deban ser entrenadas para que comiencen a visitar las flores dentro de los invernaderos, colocando un alimentador cercano a la colonia y llevado a diferentes puntos del invernadero a



Figura 2. Ánforas de miel de una colonia de conguita (*Nannotrigona testaceicornis*).



Figura 3. Ánforas de miel de colonia de angelitas (*Tetragonisca angustula*).

medida que la abeja llega al alimento. De esa forma, las abejas aprenden a volar por el área y comienzan a tener contacto con las flores.

El mayor desafío en la polinización en ambientes protegidos es la adaptación y manejo de las abejas en lugares cerrados, dado que las colmenas están adaptadas a la naturaleza, buscando alimentos y otros productos que se encuentran a algunos kilómetros del local de origen (Couto y Couto, 2006). Esta conducta, representa una gran ventaja al momento de sugerir cual especie puede ser introducida para polinizar en invernaderos, dado que la abejas *A. mellifera*, son utilizadas para polinización en diversos países. Por el contrario, presenta algunos problemas, dado que estos insectos poseen un comportamiento defensivo, causando dificultad relacionado con su manejo, además de no adaptarse bien al ambiente cerrado Cruz y Campos (2009) y en especial los híbridos africanizados, que tienden a morir intentando escapar de los invernaderos, tal como fue observado por De Jong y Couto (1998 observaciones personales). Aunado a lo sugerido por Malagodi-Braga y Kleinert (2004) quienes consideran que estas abejas nativas son muy eficientes en la polinización en invernaderos porque tienen hábito generalista, son fieles a las flores, su manejo es conocido, no son agresivas, raramente abandonan el nido de cría y almacenan alimento.

Las plebeias, mostraron un comportamiento cleptobiotico, al saquear las colonias de las otras especies, robándoles el polen y néctar, razón por la cual fueron retiradas del invernadero experimental y llevadas a otro donde permanecieron como única especie polinizadora. Este comportamiento es importante detectarlo en polinización bajo condiciones de cultivos controlados, porque podría sugerir que debe evitarse introducir diferentes especies de meliponinos, a objeto de limitar el saqueo o pillaje por parte de las colonias agresivas.

También se observó que muchas abejas murieron (Figura 4) por efecto de los agroquímicos aplicados, aun cuando las abejas fuesen retiradas al momento de la aplicación en las tardes y el producto teóricamente era inocuo para los insectos, todo ello indica que estos agroquímicos son tóxicos para las mismas. Lo que demuestra

que las abejas deben ser retiradas al menos tres días después de la aplicación de agroquímicos y los mismos deben evitar el contacto con las flores, porque las contaminan, originando que el polen y néctar sean tóxicos para las abejas, tal como lo señalan Nicodemo y Nogueira-Couto (2004), Malerbo-Souza y Nogueira-Couto (1998) quienes también recomiendan la utilización adecuada de los agroquímicos y participar anticipadamente a los apicultores para retirar las colonias, agregando que existen sustancias repelentes a las abejas, que pudieran ser añadidos a los agroquímicos, para repeler a las abejas por un tiempo determinado después de la aplicación de los mismos.

Respecto de la polinización en invernaderos abiertos, se observó una gran competencia por las flores de calabacín, siendo las *A. mellifera* las más eficientes, bajo estas condiciones comparadas con los meliponinos, dado por su capacidad pecoreadora, por su tamaño mayor y la territorialidad de las *Apis*. Por el contrario, se notó que la polinización entre las diferentes especies fue complementaria en algunas flores, principalmente, en las de calabacín al momento de coleccionar el polen, toda vez que los meliponinos, finalizaban la labor de polinizar y recoger el remanente de polen dejado en los pétalos de las flores por las *Apis* en este cultivo.

Respecto al pecoreo en pepino, también se observó (Figura 5) que las Nannotrigonas fueron las abejas que más polinizaban dicho cultivo, quizás por el hecho de presentar mayor población en las colonias. En el tiempo de pecoreo en pepinos, se observó que las *Apis* duraban en promedio 7 segundos en las mañanas y 4,53 segundos en las tardes, mientras que los meliponinos duraban en promedio 20 segundos en las mañanas y 14 segundos en las tardes, lo cual se debe a que en las mañana la oferta de néctar es más abundante que en las tardes, aunque se constató que el néctar de la tarde tiene mayor concentración de azúcares (Nicodemo, 2008).

Igualmente, se constató que ambas especies de meliponinos, no pecoreaban antes de las 8 de la mañana. En cuanto al tomate, se observaron pocas *A. mellifera* que a pesar de estar visitando las flores, no se consideran polinizadores efectivos, porque las mismas no estaban vibrando sino posando sobre



Figura 4. Meliponinos muertos por acción de agroquímicos en la entrada de la piquera.

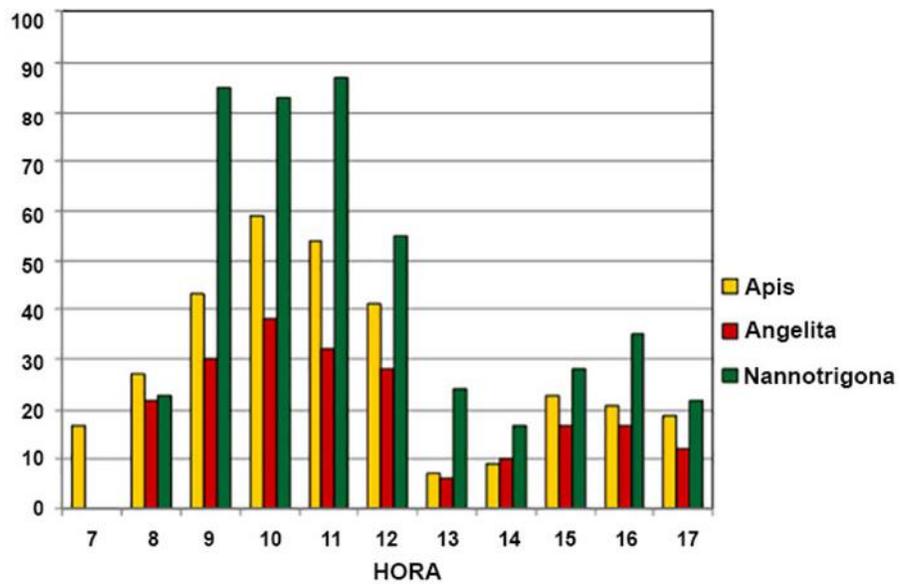


Figura 5. Frecuencia de pecoreo de abejas Apis, angelita y nannotrigona, en pepino en invernadero en condiciones abiertas.

las flores. Concordando con Santos (2009) quien observó pocas abejas *Apis* en cultivos de tomates orgánico y tradicional, siendo mayor en el orgánico el número de abejas. A tal efecto, McGregor (1976) indica que debido a la falta de atracción de las flores de tomate para las *Apis*, estas ocasionalmente las visitan, esto solo sucede cuando la concentración del cultivo es tan grande que estas abejas son forzadas a visitarlas o en áreas donde no hay ninguna especie nectarífera.

CONCLUSIONES

Las especies de abejas sin aguijón estudiadas, demostraron que tienen capacidad para polinizar, calabacín y pepino en condiciones controladas de los invernaderos, no así el tomate.

Todas las especies tuvieron una distribución de actividad diaria similar, con un pico entre las 9 y 11 am y un mínimo entre las 13 y 14 horas, tanto en condiciones abiertas como cerradas.

En el presente estudio las angelitas mostraron un comportamiento menos evasor que las Plebeias y las nannotrigonas.

En condiciones de invernaderos abiertos, hubo mayor competencia, por el néctar y polen del pepino y del calabacín, por parte de las abejas *Apis* y los meliponinos, igual que en condiciones cerradas el tomate no fue polinizado por ninguna especie.

LITERATURA CITADA

- Biesmeijer, J. S. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A. Schaffers, S. Pott, R. Kleukers, C. Thomas, J. Settele and W. Kunin. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 5785 (313): 351-354.
- Cauich, O, J. J. G. Quezada-Euán, J. O. Macías-Macías, V. Reyes-Oregel, S. Medina-Peralta and V. Parra-Tabla. 2004. The behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical México. *J. Econ. Entom.* 97 (2): 475-481.
- Cauich O, J. J. G. Quezada-Euán, V. Meléndez-Ramírez, G. R. Valdovinos-Nuñez and H. Moo-Valle. 2006. Pollination of habanero pepper (*Capsicum chinense*) and production in enclosures using the stingless bee *Nannotrigona perilampoides*. *J. Apic. Res.* 45(3):125-130.
- Couto, R. H. N. L. A. e Couto. 2006. Apicultura: manejo e produtos. 3 ed. Jaboticabal: FUNEP, Brasil. 193 p.
- Cruz, D. O. e L. A. O. Campos. 2009. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. *Revista Brasileira de Agrociência.* Pelotas, Brasil. 15 (1-4): 5-10.
- Dag, A. and D. Eisikowitch. 1995. Influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. *Apidologie*, 26: 511-519.
- FAO. 2004. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture. The international response. In: Freitas B M, Pereira J O P. (Eds.). *Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination.* Fortaleza, Brasil: Imprensa Universitária. pp. 19-22.
- Galvani, E, J. F. Escobedo, R. Goto R e M. A. A. Silva. 2001. Produtividade do pepineiro cultivado em ambiente protegido e a campo em ciclos de outono-inverno e primavera-verão. *Horticultura Brasileira.* 19 (2): 291.
- Guimarães, R A. 2006. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de goiaba (*Psidium guajava* L.), laranja (*Citrus sinensis* L.) e tangerina (*Citrus reticulata* B.) em pomares comerciais em Salinas, MG. Dissertação, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA. 95 p.
- Kato, E. C. 1997. Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando atrativo para *Apis mellifera*. Monografia (Graduação em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, Brasil. 82 p.
- Kwon, Y. J. and S. Saeed. 2003. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae)

- on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Appl. Entom. Zool.* 38: 275-280.
- Macías, M. J. O., J. J. G. Quezada-Euán, V. Parra-Tabla y O. V. Reyes. 2001. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero en Yucatán, México. II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón. pp. 119-124.
- Malagodi-Braga, K.S. and A. M. P. Kleinert. 2004. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be used as strawberry pollinator in greenhouses? *Australian Journal of Agricultural Research.* 55, 771–773
- Malaspina, O. e A. C. Stort. 1980. As abelhas e os pesticidas. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, Anais do III Congresso Ibero Latino Americano de Apicultura. Viçosa, (UFV) Brasil. UFRV. pp. 61-69.
- Malerbo-Souza, D. T. e R. H. Nogueira-Couto. 1998. Efeitos de atrativos e repelentes sobre o comportamento da abelha (*Apis mellifera* L.). *Scientia Agricola.* 55:3
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington: USDA, 411 p.
- Nicodemo, D. 2008. Características florais e dependência por polinizadores de cinco cultivares de pepino e manejo de colméias em estufas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP), Jaboticabal, Brasil, 89 p.
- Nicodemo, D. and R. H. Nogueira-Couto. 2004. Use of repellents for honeybees (*Apis mellifera* L) in vitro, in the yellow passion-fruit (*Passiflora edulis* Deg) crop and in confined beef cattle feeders. *J. Venom. Anim. Toxins Incl. Trop. Dis.* 10 (1):77-85.
- Oliveira, M. R. V. 1995. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília.* 30 (8): 1.049-1.060.
- Palma, G, J. J. G. Quezada-Euán, V. Meléndez-Ramírez and M. J. Rejón-Ávila. 2004. Resultados preliminares en polinización de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en Invernadero mediante el uso de abejas sin aguijón (Hymenoptera:Meliponini) y abejorros (Hymenoptera:Bombin). Memorias del XVIII Seminario Americano de Apicultura, Villahermosa, Tabasco, México. CD
- Ribeiro, A. M. F. 2004. Polinização entomófila em cultivares híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.): Pioneiro, Safira e Yoshinari, no campo e em estufa. Tese de (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, Brasil. 77 p.
- Reis, N. V. B., Y. Horino, C. A. S. Oliveira, L. S. Boiteux e J. F. Lopes. 1992. Influência de temperatura-graus-dia sobre a produção de pepino sob cultivo protegido e a céu aberto. *Horticultura Brasileira, Brasília.* 10 (1): 65.
- Rodríguez, S. A. y A. J. Manrique. 2013. Biología, Identificación y Manejo de las abejas sin aguijón en Venezuela. (En Prensa).
- Roselino, A. C. 2005. Polinização em culturas de pimentão (*Capsicum annuum*) por *Melipona quadrifasciata* anthidioides e *Melipona scutellaris* e de morango (*Fragaria x ananassa*) por *Scaptotrigona aff. depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação (Mestrado em Ciências) Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, Brasil. 95 p.
- Ruz, L. 2002. Bee Pollinators Introduced to Chile: a Review. In: P. Kevan, and V L Imperatriz-Fonseca (ed.) *Pollinating Bees - The Conservation Link between Agriculture and Nature.* Ministry of Environment. pp. 155-167.
- Santos, A. B. 2009. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) em cultivos orgânicos e tradicionais. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e

Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil. 139 p.

Velthuis, H. H. W. and A. Van Doorn. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and

the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*. 37: 421-451.

Nota Técnica

Aditivos na água de transporte de *Piaractus mesopotamicus*: Efeitos sobre a sobrevivência após estocagem em tanques-rede

Additives in the water during transportation of *Piaractus mesopotamicus*: Effects of survival rates after stocking in cages

Aditivos en el agua durante el transporte de *Piaractus mesopotamicus*: Efectos sobre la sobrevivencia después de haber sido mantenidos en jaulas de cultivo

Sidnei Klein¹, Guilherme Wolff Bueno², Evandro Kleber Lorenz¹, Odair Diemer¹, Aldi Feiden¹ e Wilson Rogério Boscolo¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Paraná, Brasil. *Correio eletrônico: skpesca@hotmail.com.

²Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais. *Correio eletrônico: bueno.gw@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de uma prática de manejo utilizada e recomendada aos produtores de peixe, trata-se do uso de aditivos na água de transporte de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sobre a sobrevivência pós transporte dos peixes posteriormente estocados em tanques-rede. Foram distribuídos inteiramente ao acaso 800 peixes com aproximadamente 30 ± 1.75 g, em 20 embalagens plásticas de 30 litros contendo 40 peixes/embalagem. Os tratamentos foram compostos pelos seguintes aditivos na água de transporte: sal (8 g/L), florfenicol (0,01 g/L), oxitetraciclina (0,001 g/L), associação de sal (8 g/L) + gesso (1 g/L) e um tratamento controle sem adição de aditivos. Após 24h de jejum, os peixes foram despescados e transferidos para embalagens plásticas e transportados durante 2 horas. Mediram-se os parâmetros de qualidade de água como: oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, temperatura, nitrito e amônia no início e ao final do transporte. Verificou-se o uso de aditivos na água de transporte não influencia ($P>0,05$) na diminuição da mortalidade dos animais, ressaltando a ineficiência do uso destes compostos nesta prática de manejo em pisciculturas.

Palavras-chave: aquicultura, aditivos químicos, antibacterianos, boas práticas de manejo, pacu.

Recibido: 06/06/13 Aprobado: 30/06/14

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the effect of the inclusion of additives into the water during transportation of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*) on the survival rate of fish once they are transferred and stocked in cages. Eight hundred fish of approximately 30 ± 1.75 g/fish of body weight were fasted for 24 h and then distributed into 20 plastic bags of 30 liters (40 fish per bag). Each bag was then placed in a plastic container. The transportation period lasted for 2 h. The additives and concentrations used in the present study were: salt (8 g/L), florfenicol (0.01 g/L), oxytetracycline (0.001 g/L) and a combination of salt (8 g/L) + gesso (1 g/L). A control treatment (with no addition of additives) was included in the study. Water quality parameters such as dissolved oxygen, oxygen saturation, pH, temperature, nitrite and ammonia were measured at the beginning and at the end of the transportation process. The use of additives in the water during transportation of pacu did not have a significant ($P>0.05$) effect on the mortality of fish once they were stocked in cages. The results from the present study highlight the inefficiency of the addition of these compounds in the water during transportation of pacu.

Key words: aquaculture, chemical additives, antibacterial, good management practices, pacu.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el efecto de la inclusión de aditivos en el agua durante el transporte de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) en estado juvenil sobre la sobrevivencia de los peces una vez transferidos y mantenidos en jaulas de cultivo. Ochocientos peces de $30 \pm 1,75$ g/pez fueron mantenidos en ayuna por 24 h y luego distribuidos al azar en 20 bolsas de plástico de 30 litros (40 peces por bolsa). Cada bolsa fue dispuesta en un recipiente plástico. Los peces fueron transportados por 2 h. Los aditivos y concentraciones usadas en el presente estudio fueron: sal (8 g/L), florfenicol (0,01 g/L), oxitetraciclina (0,001 g/L), y una combinación de sal (8 g/L) + yeso (1 g/L). Un tratamiento control (no aditivos) fue incluido en el estudio. Parámetros de calidad del agua tales como el oxígeno disuelto, la saturación de oxígeno, pH, temperatura, nitrito y amoníaco fueron medidos al principio y al final del periodo de transporte. El uso de aditivos en el agua durante el transporte del pacu no mostró un efecto significativo ($P > 0,05$) sobre la mortalidad de los peces mantenidos en jaulas de cultivo. Los resultados del presente estudio destacan la ineficiencia de la adición de estos compuestos en el agua durante el transporte del pacu.

Palabras clave: acuicultura, aditivos químicos, antibacteriano, buenas prácticas de gestión, pacú.

INTRODUÇÃO

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*), nativo da bacia do Prata, se destaca entre as espécies nativas devido ao hábito alimentar onívoro, rápido crescimento, carne de excelente qualidade com boa aceitação pelos consumidores, destacando-se como uma interessante alternativa para produção aquícola (Jomori, 1999).

Com o crescimento da aquicultura, há a necessidade de maior atenção com problemas relacionados à mortalidade principalmente relativa ao transporte e manejo dos peixes. Neste contexto, o transporte de peixes vivos é indispensável, sendo rotina na piscicultura. Tal manejo pode acarretar danos aos peixes em decorrência da captura, transporte e soltura, promovendo estresse e/ou respostas fisiológicas indesejáveis nos peixes em função do manejo aplicado, estimulando os mesmos a se

adaptarem buscando novo equilíbrio fisiológico (Robertson *et al.*, (1988), citado por Urbinati e Carneiro, 2004; Abreu *et al.* 2012).

Segundo Barton e Iwama (1991), o estresse pode ser definido como agudo (ocasionado por manejos como: biometria, captura e transporte) ou crônico (por longos períodos de exposição como altas densidades e baixa qualidade de água). Este manejo pode refletir no crescimento, na sobrevivência e na capacidade reprodutiva.

Para minimizar estes problemas, comumente são utilizados diversos aditivos químicos, sendo o sal (cloreto de sódio) um dos produtos mais empregados, atuando como um redutor de estresse (Wurts, 1995). Além deste, o gesso (composto principalmente por sulfato de cálcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e pelo hemidrato obtido pela calcinação desse ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) é utilizado para redução do gradiente osmótico entre os peixes e a água (Wedemeyer, 1997), promovendo uma ação semelhante ao cloreto de sódio. Segundo Kubitza (1998) antibacterianos podem ser utilizados no manejo de transporte e os empregados com maior frequência são: nitrofurazona em 10 mg/L, acriflavina em 1 a 2 mg/L, a oxitetraciclina em 20 mg/L (Dupree e Huner, 1984, citado por Berka, 1986) e sulfato de neomicina em 20 mg/L (Amend *et al.*, 1982, citado por Berka, 1986).

Diante desta gama de produtos e protocolos oferecidos, vários produtores de peixe optam por aplicar este manejo durante o transporte dos animais com o intuito de diminuir as taxas de mortalidade. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do uso de aditivos na água de transporte sobre a sobrevivência pós transporte e estocagem de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em tanques-rede no reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado com a aprovação do Comitê de Ética na Experimentação Animal e Aulas Práticas – CEEAAP da Universidade Estadual do Oeste do Paraná sob o nº008567.

Segundo a classificação de Koppen, o tipo climático predominante na região é o Cfa - clima subtropical úmido, com temperatura média no

mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, sendo que a temperatura média anual é de 20°C. As geadas são pouco frequentes e são observados totais médios de precipitação pluvial variando entre 1.600 e 1.800 mm, sendo que a tendência de concentração das chuvas ocorre nos meses de verão, mas sem estação seca definida (IAPAR, 2013).

Os juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) utilizados no estudo foram produzidos em uma propriedade rural localizada no município de Cascavel, Paraná, Brasil e transportados para o Centro de Desenvolvimento de Tecnologias para Piscicultura em Tanques-rede, localizado no município de Santa Helena, Paraná, Brasil.

Utilizou-se 800 juvenis de pacu, com peso médio de $30 \pm 1,75$ g, em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, com 40 peixes por unidade experimental. Os tratamentos foram compostos por sal (8 g/L), florfenicol (0,01 g/L), oxitetraciclina (0,001 g/L) adicionados puros, associação de sal (8 g/L) + gesso (1 g/L) e um tratamento controle sem adição de aditivos. Após um período em jejum de 24 horas, os juvenis foram capturados com rede de cerco e transferidos para embalagens plásticas com capacidade volumétrica de 30 L, contendo 10 L de água e 20 L de oxigênio. As embalagens utilizadas continham em seu interior os diferentes aditivos testados diluídos em água, totalizando cinco tratamentos e quatro repetições.

Posteriormente, os peixes foram transportados durante 2h percorrendo, aproximadamente, 100 km na carroceria de um automóvel utilitário, sendo as embalagens envoltas com lona preta para evitar o contato direto com o sol. As vias de transporte estavam em ótimas condições, sendo que apenas 10 % do trajeto procedeu-se em uma estrada plana de terra e o restante em vias asfaltadas.

Chegando ao destino, os juvenis foram aclimatados e transferidos das embalagens plásticas de transporte para os tanques-rede, permanecendo o mesmo delineamento experimental (cinco tratamentos e quatro repetições). Os peixes de cada embalagem foram transferidos para um tanque-rede de 0,34 m³, perfazendo um total de 20 tanques-rede.

Os juvenis permaneceram por um período de 10 dias em observação para monitoramento da mortalidade após o transporte, sendo alimentados três vezes ao dia até a saciedade aparente com ração comercial com 42 % proteína bruta.

No momento em que os peixes foram distribuídos nas embalagens de transporte (início) foram coletadas amostras de água para serem avaliados os parâmetros de qualidade da água como: oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, temperatura, por meio de aparelhos digitais portáteis, enquanto que nitrito e amônia seguiram a metodologia proposta por Strickland e Parson (1972) e Koroleff *et al* (1976), respectivamente. Posterior a soltura (final) dos juvenis efetivou-se novamente o monitoramento dos parâmetros de qualidade da água.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5 %), no programa estatístico SAS (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros físicos e químicos da água monitorados no início do referido experimento apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) apenas para os parâmetros amônia e saturação de oxigênio (Tabela 1), sendo que os tratamentos com sal e florfenicol apresentaram resultado superior ao descrito como limite de tolerância que é de 0,025 mg/L para amônia não-ionizada (Alabaster e Lloyd, 1982, citado por Urbinati e Gonçalves, 2005; Boyd, 1998), os demais tratamentos apresentaram valores toleráveis para espécies tropicais (Boyd, 1990).

Verifica-se na Tabela 01 que ao final do transporte não houve diferenças significativas para nenhum dos aditivos testados. Porém, o oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio e amônia apresentaram os seguintes resultados médios: $1,96 \pm 0,52$ mg/L; $1,81 \pm 0,026$ mg/L; e $24,93 \pm 6,72$ %, respectivamente. Contudo não refletiu na mortalidade, pois foi registrado índice de 100 % de sobrevivência durante os 10 dias de monitoramento posterior ao manejo de transporte em todas as unidades experimentais.

Os parâmetros de qualidade da água no início e ao final do transporte diferiram ($P < 0,05$) nos

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos da água de transporte monitorados no início e no final do transporte.

Parâmetros		Tratamentos				
		Controle	Sal	Oxitetraciclina	Florfenicol	Sal+Gesso
pH	Inicial	6,70aA	6,94aA	6,85aA	6,69aA	7,04aA
	Final	6,01aB	5,98aB	4,56aA	6,02aB	6,09aB
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Inicial	4,86aA	5,64aA	5,97aA	5,88aA	6,10aA
	Final	1,36aB	1,68aB	1,80aB	2,36aB	2,64aB
Nitrito (mg/L)	Inicial	0,0029aA	0,0025aA	0,0026aA	0,0034aA	0,0070aA
	Final	0,0060aB	0,0050aB	0,0042aA	0,0053aB	0,0059aA
Temperatura (°C)	Inicial	24,45aA	24,40aA	24,47aA	24,30aA	24,25aA
	Final	26,77aB	25,95aA	26,92aB	26,55aB	27,17aB
NH ₃ (mg/L)	Inicial	0,024abA	0,032aA	0,02abcA	0,0048bcA	0,0011cA
	Final	1,78aB	1,84aB	1,80aB	1,82aB	1,84aB
Saturação de oxigênio (%)	Inicial	57,97bA	68,67abA	71,10aA	71,93aA	72,42aA
	Final	18,90aB	18,67aB	23,05aB	31,35aA	32,70aB

Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas distintas diferem estatisticamente pelo teste t a nível de 5 %. Médias no mesmo parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem estatisticamente pelo teste t a nível de 5 %.

diferentes tratamentos testados, com exceção da temperatura quando utilizou-se o sal, o pH e nitrito para oxitetraciclina, saturação de oxigênio para florfenicol e nitrito para sal + gesso.

Para espécies tropicais são indicadas níveis acima de 5mg/L de oxigênio dissolvido (Berka, 1986). Segundo Ferraz de Lima *et al.* (1988), o pacu resiste a concentrações de oxigênio de até 3,0 mg/L. No presente estudo a concentração inicial média de oxigênio dissolvido foi de 5,69 mg/L e ao final foi de 1,96 mg/L, isto ressalta a necessidade de monitoramento e diferença destes valores entre o início e fim do período de transporte.

A concentração de amônia observada no presente experimento iniciou com média de 0,016 mg/L e gradativamente foi aumentando até atingir 1,81 mg/L ao final do transporte, portanto, o período de exposição a valores críticos foi reduzido, e conseqüentemente não ocorreu

mortalidade dos animais. Martinez *et al.* (2006) observaram que juvenis de pacu (22,93±1,77 g) expostos por 24 horas a concentração de amônia de 0,85 mg/L, apresentaram CL₅₀ (concentração média letal). Abreu *et al.*, 2012 citam que juvenis de *Piaractus mesopotamicus* são resistentes ao amoníaco no ambiente quando exposto durante 24 horas.

Os aditivos químicos avaliados não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os tratamentos. No entanto, Wurts (1995) e Kubitzka (1998) ressalta que o sal e o gesso podem atuar como gradiente osmótico entre a água e o plasma, promovendo uma concentração equivalente, isto reduz a difusão de íons para a água e contribui no estímulo da excreção de muco sobre o epitélio branquial, acarretando em menor passagem de íons pelas membranas celulares, promovendo o aumento de íons Ca²⁺ e/ou Cl⁻ equilibrando a perda de íons pelos peixes.

CONCLUSÃO

O uso de aditivos na água de transporte de juvenis de pacu com 30g estocadas em sacos plásticos não influencia na diminuição da mortalidade após estocagem em tanques-rede nestas condições avaliadas.

Deve-se realizar mais investigações sobre o uso de aditivos em diferentes categorias de peso e condições climáticas para obtenção de protocolos de manejo durante o transporte de peixes para diversas situações de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ITAIPU Binacional pelo apoio financeiro e logístico, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de estudo concedidas.

LITERATURA CITADA

- Abreu, J. S., F. R. Esteves and E. C. Urbinati. 2012. Stress in pacu exposed to ammonia in water. *R. Bras. Zootec.*, 41, (7):1555-1560..
- Barton, B. A. and G. K. Iwama. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Review of Fish Diseases*, 1: 3-26..
- Berka, R. 1986. The transport of live fish: a review. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, Rome (EIFAC Technical Papers, 48).
- Boyd, C. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Birmingham Publishing..
- Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer..
- Ferraz de Lima, J. A., J. S. C. De Melo, L. A. Gaspar, E. Chabalin e E. P. Dos Santos. 1988. Comportamento do pacu em um cultivo experimental, no centro Oeste do Brasil. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, 1: 15-28.
- IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná. 2013. Disponível on-line: <http://www.iapar.br> [Ene.10, 2014]
- Jomori, R. K. 1999. Estudos sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) com náuplios de *Artemia* e sua substituição por dieta artificial. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 70p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1999.
- Koroloff, F. (1976). Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (Ed.). *Methods of sea water analysis*. Verlag Chemie Weinheim, 1: 117-181.
- Kubitza, F. 1998. Técnicas de transporte de peixes vivos. Campo Grande: Conceito, 1: 21-35.
- Martinez, C. B. R., F. Azevedo, e E. U. Winkaler. 2006. Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C. (Org.). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal - SP: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 81-95.
- SAS. Institute Inc. 2004. SAS User's guide statistics. 9ªed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of sea water analysis. Ottawa, Canadá.
- Urbinati, E. C. e P. C. F. Carneiro. 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N. (Eds.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e biologia Aquática. Editora Tecart, São Paulo.
- Urbinati, E. C. e F. D. Gonçalves. 2005. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) In: Baldisserotto B.; Gomes, L.C. (Org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Ed. UFSM. Santa Maria.
- Wedemeyer, G. A. 1997. Effect of rearing conditions on the health and physiological

quality of fish in intensive culture, pp. 35-71. In: G. K. Iwama, A. D. Pickering, J. P. Sumpter & C. B. Schreck, (eds.), Fish stress and health in aquaculture, Society for

Experimental Biology Seminar Series 62, Cambridge University Press, Cambridge.

Wurts, W. A. 1995. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. *World Aquaculture*, Baton Rouge, 26: 80-81.

NORMAS DE PUBLICACION
(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>	Dlv	Miliequivalentes	Meq por 100g
Energía Digestible	ED	Miligramo	mg
Energía Metabolizable	EM	Milímetro	mm
Error Estándar	EE	Minuto	min
Extracto Libre de Nitrógeno	ELN	Número de la Población	N
Fibra Ácido Detergente	FAD	Nitrógeno No Proteico	NNO
Fibra de Detergente Neutra	FDN	Partes por Millón	ppm
Ganancia Diaria de Peso	GDP	Peso al Nacer	PN
Grado Absoluto	°abs	Peso al Destete	PD
Grados Centígrados	°C	Porcentaje	%
Grados Farenheit	°F	Por Mil	‰
Grados de Libertad	gl	Probabilidad	P
Grado Kelvin	°K	Proteína Cruda	PC
Gramo	g	Segundo	s
Gramo por kilogramo	g kg ⁻¹	Tonelada	t
Gramo Joule	J	Tonelada/Hectárea	t ha ⁻¹
Hectárea (s)	ha	Tonelada Métrica	Tm
Heredabilidad	h ²		

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical

Zoo|ecnia
ropical