



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Agricultura y Tierras

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia
tropical

tropical

ecnia
tropical

Zootecnia
tropical

Zootecnia tropical

Zootecnia
tropical
Depósito Legal: pp. 198302AR214

ISSN: 0798 - 7269

AÑO 31 VOL. 31 No. 4 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° 4

Artículos Científicos

López P. y Anzoátegui D. Engorde de la cachama (<i>Colossoma macropomum</i> , Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua	271
Delgado E., Orozco Y. y Uribe P. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo	279
Fernández Fernández J. G. y García F. †. Diagnóstico serológico de Neosporosis Bovina en fincas de la región de Tucacas, estado Falcón, Venezuela	291
Rodríguez C. E. y Gómez D. F. Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina.....	299
Salamanca Grosso C., Osorio Tangarife M. P.y Reyes Méndez L. M. Parámetros fisicoquímicos de calidad de la jalea real elaborada por <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae), en Colombia	311
Nota Técnica	
Álvarez A. M., Espinoza E., Madrid C., Muñoz A. y González N. Evaluación del hemoleucograma en becerros esplenectomizados <i>Bos taurus</i> de biotipos diferentes.....	325
Caro Y., Ly J., Delgado E. J. y Samkol P. Digestibilidad <i>in vitro</i> ileal y total de <i>Morus alba</i> L. y <i>Trichanthera gigantea</i> (H & B), como alimento para cerdos	331
Instrucciones al autor	337

TABLE OF CONTENTS Vol. 31 N° 4

Scientific Articles

López P. and Anzoátegui D.
Fattening of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivated in a recirculating water system 187

Delgado E., Orozco Y. and Uribe P.
Productive performance of chickens fed with plantain flour considering benefit cost 193

Fernández Fernández J. G. and García F†.
Serological diagnosis of Bovine Neosporosis in farms from Tucacas, Falcon state, Venezuela.... 201

Rodríguez C. E. and Gómez D. F.
Effect of supplementation with different doses of protected fat on growth performance and compositional bovine milk..... 209

Salamanca Grosso C., Osorio Tangarife M. P. and Reyes Méndez L. M.
Physicochemical parameters of quality of royal jelly produced by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), in Colombia..... 311

Technical note

Álvarez A. M., Espinoza E., Madrid C., Muñoz A. and González N.
Evaluation of hemoleucogram *Bos taurus* in splenectomized calves of different biotypes 325

Caro Y., Ly J., Delgado E. J. and Samkol P.
Ileal and total *in vitro* digestibility of *Morus alba* L. and *Trichanthera gigantea* (H& B) Nees, as feed for pigs 331

Instructions to the author 337

Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua

Fattening of cachama tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivated in a circulating water system

Pedro López y Denny Anzoátegui

Instituto Regional de Tecnología y Desarrollo Agropecuario Bolívar. Centro Piscícola del Orinoco. Correo electrónico: centropiscicoladelorinoco@gmail.com.

RESUMEN

Se evaluó la efectividad de un sistema de recirculación de agua (SRA) utilizando un filtro biológico eficiente el cual requiere de un mínimo mantenimiento generando un crecimiento en peso de la Cachama (*Colossoma macropomum*) cultivado a alta densidad de siembra 15 peces/m³ en tres tanques tipo australianos en el Centro Piscícola del Orinoco (CPO) ubicado en el Jardín Botánico del Orinoco, municipio Héres del estado Bolívar. Fueron sembrados 1.676 peces en cada tanque con un peso promedio inicial de 8,3 g. Los peces crecieron a una tasa promedio de 2,67 g.día⁻¹ obteniendo en 303 días de cultivo un peso promedio final de 809,73 g con una sobrevivencia de 92,2%. La tasa de conversión alimenticia obtenida bajo las condiciones de cultivo fue de 1,72. Los parámetros físico químicos del agua fueron O.D= 4,493±1,577 mg.l⁻¹, pH= 7,8±0,494, Temperatura= 29,56±0,949 °C, Amonio ionizado= 0,370±0,268 mg.l⁻¹, Amonio no-ionizado= 0,092±0,113 mg.l⁻¹ y Nitritos= 0,632±0,444 mg.l⁻¹ los cuales se mantuvieron dentro de los rangos mínimos aceptables para la especie. El crecimiento de la especie responde favorablemente al cultivo en tanques circulares con sistemas de recirculación de agua.

Palabras claves: crecimiento, cachama (*Colossoma macropomum*), sistema recirculación de agua, filtro biológico.

ABSTRACT

The effectiveness of a recirculation system of water (SRA) was affected using an efficient biological filter which requires minimal maintenance generating growth in weight of cachama (*Colossoma macropomum*) grown in high density planting 15 fish/m³ in three Australian type tanks in the Fish Farming Center of the Orinoco (CPO) located in the Botanical Garden of the Orinoco municipality Héres of Bolívar State. 1676 fish were planted in each tank with an initial average weight of 8.3 g. The fish grew at an average rate of 2.67 g.d⁻¹ getting in 303 days of cultivation a final average weight of 809.73 g with a survival rate of 92.2%. The rate of feed conversion obtained under the conditions of cultivation was 1.72. The physical and chemical parameters of water were O. D= 4.493 ±1.577 mg. l⁻¹, pH= 7.8 ±0.494, Temperature= 29.56 ±0.949 °C, Ammonium ionized= 0.370 ±0.268 mg. l⁻¹, Ammonium non-ionized= 0.092 ±0.113 mg. l⁻¹ and Nitrites= 0.632 ±0.444 mg. l⁻¹ which were within the minimum acceptable ranges for the species. The growth of the species responds well to cultivation in circular tanks with water recirculation systems.

Key words: growth *Colossoma macropomum*, recirculation system water, biological filter.

INTRODUCCIÓN

La cachama negra, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), es un pez perteneciente a la familia de los carácidos, originaria de las cuencas del Amazonas y del Orinoco en donde representa un apetecido producto pesquero (Castillo, 2005). En Venezuela, la cachama ha permitido el desarrollo de la acuicultura gracias a que reúne una serie de bondades que la hacen favorable para el cultivo, siendo en la actualidad una de las especies autóctonas más solicitadas por los diferentes piscicultores del país (Fontaine, 1999). De esta manera, la cachama se presenta con grandes posibilidades para resolver problemas económicos de bienestar social y alimentación, al lograr el fortalecimiento de pequeños emprendimientos y ofrecer el abastecimiento de proteína animal con un alto valor nutricional.

El cultivo de la cachama se ha expandido en todo el país a través de diversas tecnologías de cultivo, predominando los sistemas extensivos en lagunas de tierra. Sin embargo, la piscicultura tradicional a pesar de los resultados obtenidos se encuentra con limitaciones en cuanto a la utilización de los recursos como agua, tierra y permisologías.

En la medida que la actividad acuícola y la creciente demanda de fuentes de proteína animal se incrementan, se presenta la necesidad de diversificar los modos de producción (Poleo *et al.*, 2011). Por lo tanto, en la búsqueda de alternativas, es necesario desarrollar nuevas tecnologías que optimicen los sistemas de producción y permitan estudiar la factibilidad de producir las diferentes especies de nuestra región bajo estas formas de cultivo. En este sentido, los Sistemas de Recirculación de Agua (SRA) se presentan como una nueva forma de producción para el sector agropecuario con excelentes perspectivas, ya que permiten establecerse en zonas donde el agua es escasa, ocupan pequeñas superficies territoriales y minimizan el impacto sobre el ambiente (Avnimelech, 2009).

En Venezuela, el cultivo de peces a escala intensiva bajo los SRA está en sus inicios, por lo que es necesario incursionar en este campo y así poder aumentar los volúmenes de producción y facilitar la utilización de fuentes de agua y tierras en aquellas zonas que

por su bajo caudal disponible y las posibles restricciones por el uso de tierras agrícolas no permiten el desarrollo de una actividad acuícola económicamente rentable. En base a lo anterior, nace el Centro Piscícola del Orinoco (CPO) del Instituto Regional de Tecnología y Desarrollo Agropecuario del estado Bolívar (IRTAB) como una unidad de investigación y producción en donde se llevan a cabo el cultivo intensivo de Cachama, Morocoto y el híbrido Cachamoto bajo los SRA. Este trabajo forma parte de los estudios de este centro, el cual busca investigar y establecer una base de datos sobre este tema y así fortalecer el desarrollo sustentable de la piscicultura continental. En este sentido, y considerando la escases de información acerca de la adaptabilidad y el comportamiento de la Cachama bajo estos sistemas, se realizó la presente investigación cuyo objetivo fue evaluar el crecimiento en peso y conversión alimenticia de la cachama negra en un SRA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en El Centro Piscícola del Orinoco ubicado en los espacios del Jardín Botánico en Ciudad Bolívar cuyas coordenadas geográficas son 8°8'25" N 63°32'37" W. Se utilizaron tres tanques con un volumen de 111,76 m³ cada uno (Figura 1) conectados a un filtro biológico (Figura 2) el cual está constituido por una tanquilla de sedimentación (Figura 3) la cual retiene los sólidos gruesos más pesados que se encuentran suspendidos en la columna de agua y finalmente una sección donde son colocadas plantas acuáticas como Bora (*Pontederia cordata*) las cuales crean un ecosistema bacteriano en sus raíces reteniendo sólidos suspendidos y a su vez cumplen la función de filtrar las sustancias nitrogenadas generadas por la descomposición de la materia orgánica, mismo que tiene bajo costo de construcción, operación y mantenimiento (Ingle de la Mora *et al.*, 2003). El agua utilizada provenía de un pozo profundo adyacente a las instalaciones, sin ningún tipo de tratamiento y circulaba a través del sistema por una bomba de 5,5 hp. Se incorporó agua nueva para reponer aquella perdida por evaporación o la utilizada en las labores de limpieza de las tanquillas de sedimentación. Cada tanque disponía de una aireación constante a través de un blower de 2 hp, lo que permitió mantener los



Figura 1. Tanque de tipo australiano empleado para el cultivo de *Colossoma macropomum*. Centro Piscícola del Orinoco, estado Bolívar.



Figura 2. Biofiltro utilizado para la experiencia. Centro Piscícola del Orinoco, estado Bolívar.



Figura 3. Tanquillas de sedimentación utilizadas por tanque para capturar sólidos. Centro Piscícola del Orinoco, estado Bolívar.

niveles de oxígeno adecuados y las partículas en suspensión.

Fueron sembrados 1.676 alevines por tanque, con un peso promedio inicial de 8,3 g equivalente a una densidad inicial de 15 peces/m³. Para el proceso de alimentación se ofreció un concentrado balanceado en forma de pellet extrusado a base de harina de pescado con un mínimo de 25% de proteínas. Dicho alimento fue esparcido al voleo en la superficie del agua para que su distribución fuera homogénea logrando minimizar las situaciones de competencia. Se consideró la alimentación a saciedad, entregando alimento en función al comportamiento de los peces y a través de los muestreos mensuales del 10% del total de la población para cada uno de los tanques, y dividiéndose el total en dos raciones, 50% en la mañana y 50% en la tarde.

Con el objetivo de llevar un registro continuo del crecimiento los peces fueron pesados mensualmente durante el ciclo de cultivo, acción que además permitió observar la apariencia física externa de los peces, como indicativo cualitativo de las condiciones saludables de estos. Por su parte, las mediciones de calidad del

agua de los tanques de cultivo fueron realizadas aleatoriamente durante el ciclo de producción.

La fase final de esta investigación conllevó a la extracción de los peces (Figura 4) con peso promedio comercial bajando en primera instancia el nivel de agua del tanque, para luego iniciar la cosecha utilizando un chinchorro de 15 metros de largo jalados por cuatro obreros los cuales en un proceso fácil capturan la totalidad de los peces en engorde. Luego los peces capturados son pasados por un shock térmico en una tolva con agua a una temperatura de -5 °C proceso que da inicio a la cadena de frío que garantizará un producto final de óptima calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final de 303 días de cultivo los peces crecieron a una tasa promedio de 2,67 g.día⁻¹, alcanzando un peso promedio final de 818 g, lo que representa una ganancia en peso de 809,73 g, con una sobrevivencia del 92,2% (Figura 5).

Los peces son entidades sociales que alcanzan su máximo crecimiento bajo la presencia de un número adecuado de otros individuos,



Figura 4. Cosecha de cachama realizada a uno de los tanques de cultivo. Centro Piscícola del Orinoco, estado Bolívar.



Figura 5. Ejemplar cosechado de cachama negra (*Colossoma macropomum*). Centro Piscícola del Orinoco, estado Bolívar.

por lo tanto, la densidad de cultivo es uno de los más importantes parámetros que afectan directamente la tasa de crecimiento y puede ser determinante para alcanzar la máxima producción en el tiempo adecuado. En la investigación realizada no se considera que la densidad del cultivo haya afectado de manera significativa el crecimiento debido a que diversos estudios han sugerido que estas especies se manejan adecuadamente a altas densidades (Granado, 2000; Poleo *et al.*, 2011).

La tasa de conversión alimenticia (TCA) fue de 1,72 indica la asimilación del alimento ofrecido, en términos de peso promedio ganado y se encuentra dentro de un rango aceptable. En este sentido, Steffens (1997) señala que una buena tasa de conversión alimenticia se ubica en un rango entre 1,0 y 2,0. Por otra parte, la cantidad de alimento natural (plancton) capturado por los peces, no se considera relevante en la TCA alcanzada, debido a que la productividad del sistema fue escasa a consecuencia del recambio de agua diario. Al comparar la TCA obtenida con las reportadas por otros autores en cultivos de carácidos encontramos valores muy similares. Poleo *et al.* (2011) en cultivos de *P. brachypomus* alcanzaron una TCA de $1,5 \pm 0,06$ mientras que Andrade *et al.* (2011) en cultivos de *C. macropomum* en tanques tipo australianos sin SRA obtuvieron valores de 1,76.

A lo largo de la experiencia los peces mantuvieron una tendencia positiva en el crecimiento, alcanzando superar los 0,5 kg

que según Mora (2005) y Gil (2008) es el peso comercial aceptable según la demanda y las preferencias del mercado. No obstante y pese a los beneficios, encontramos que la cachama enfrenta problemas de comercialización del producto fresco y congelado en áreas urbanas, básicamente debido a su apariencia y aspecto corporal, que no se ajusta a los gustos y preferencias de los consumidores urbanos.

Las mortalidades registradas durante el cultivo fueron principalmente al salto de los peces fuera de los tanques. Hay que tener en cuenta que por las altas densidades de siembra y la cercanía de las unidades de cultivo a las zonas urbanas transitadas eleva las probabilidades de estrés sobre la población de peces pudiendo causar este tipo de comportamiento.

En esta experiencia los parámetros de calidad del agua se mantuvieron dentro del rango mínimo aceptable para cultivos de especies tropicales registrándose concentraciones de O.D $4,493 \pm 1,577$ mg.l⁻¹, pH $7,8 \pm 0,494$, Temperatura $29,56 \pm 0,949$ °C, Amonio ionizado $0,370 \pm 0,268$ mg.l⁻¹, Amonio no-ionizado $0,092 \pm 0,113$ mg.l⁻¹ y Nitritos $0,632 \pm 0,444$ mg.l⁻¹ los cuales y pese a las variaciones, se mantuvieron de manera general entre los límites que requieren estas especies para su crecimiento y actividad muscular lo que evidencia un buen funcionamiento del filtro biológico empleado en esta experiencia.

En total se produjeron una cantidad de 3.771,2 kg lo que equivale a 11,24 kg/m³ de pescado (Figura 6), los cuales fueron arrimados a una empresa



Figura 6. Pescados cosechados para su procesamiento y venta.

procesadora de pescado de la localidad. En experiencias realizadas en sistemas cerrados Poleo *et al.* (2011) reportaron densidades finales de $12,13 \pm 1,12 \text{ kg/m}^3$ de cachama blanca en 192 días de cultivo y a su vez (Gomes *et al.*, 2006; Chagas *et al.*, 2007) han reportado cultivos de *C. macropomum* en jaulas que han mostrado densidades finales de 12 kg/m^3 y 21 kg/m^3 .

CONCLUSIÓN

Basados en los resultados de este ensayo, se recomienda la cría de cachama a altas densidades bajo los SRA como alternativa de producción piscícola en zonas urbanas y periurbanas, a través de un manejo adecuado y eficiencia del filtro biológico utilizado lo que garantizaría alcanzar buenos rendimientos con la utilización del alimento comercial.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan un profundo agradecimiento a la Dra. Jorman Rodríguez por el aporte y revisión al documento, así como la asesoría en todas las fases de investigación que hicieron posible el trabajo.

LITERATURA CITADA

- Andrade de Pasquier, G., Y. Méndez y D. Perdomo. 2011. Engorde experimental de cachama (*Colossoma macropomum*) en la Estación Local El Lago, estado Zulia, Venezuela. *Zootecnia Tropical.*, 29(2): 213-218.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc technology: a practical guide book*. Baton Rouge: The World Aquaculture Society.
- Castillo, O. 2005. La piscicultura como alternativa de producción animal en Venezuela. **En:** *Sistemas integrados de producción con no rumiantes*. UNELLEZ. Portuguesa, Venezuela. pp. 44-46.
- Chagas, E.C., L. de C. Gomes, H. Martins junior e R. Roubach. 2007. Productividade de tambique criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, v.37, pp. 1109-1115.
- Fontaine, E. 1999. Consideraciones sobre la piscicultura de la cachama. *Fonaiap Divulga.*, 63: 42-43.
- Gil, H. 2008. Lagunas artificiales para cría de peces. *Agrotendencia*, 2(8):30.
- Gomes, L. de C., E. C. Chagas, H. Martins Junior, R. Roubach, E. A. Ono and J. N. de P Louren co. 2006. Cage cultura of tambiqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, v.253, pp. 374-384.
- Granado, A. 2000. Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, CUVIER, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. *Saber.*, 12 (2): 3-7.
- Ingle de la Mora, G., E. Villareal-Delgado, J. Arredondo-Figueroa, J. Ponce-Palafox y I. Barriga-Sosa. 2003. Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica.*, 13 (4): 247-253.
- Mora, A. 2005. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. *Procesamiento primario y productos con valor agregado*. *Bioagro*, 17(003): 161-169.
- Poleo, G., J. Aranbarrio, L. Mendoza y O. Romero. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília., 46 (4): 429-437.
- Steffens, W. 1997. *Principios fundamentales de la alimentación de los peces*. Editorial Acribia C. A. Zaragoza, España.

Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo

Productive performance of chickens fed with plantain flour considering benefit cost

Eduardo Delgado^{1,2*}, Yaina Orozco² y Pedro Uribe²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Barinas estado Barinas, Apartado 178. *Correo electrónico: edelgado@inia.gob.ve y delgadohej@gmail.com

²Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), Programa Ciencias del Agro y del Mar. Subprograma de Ingeniería en Producción Animal, Barinas, estado Barinas.

RESUMEN

Los sistemas de producción de aves en Venezuela, se caracterizan por sus altos costos en alimentación. La formulación alternativa con ingredientes locales es una de las formas de solucionar el problema de los altos costos de los ingredientes. Por otra parte, Barinas es el tercer productor de plátano en Venezuela con una superficie de siembra de 5.000 ha, esto genera una gran cantidad de frutos no comerciables que pueden ser utilizados como ingredientes en la formulación de alimentos para animal a base de harina de plátano (*Musa AAB cv. Hartón*) el cual tiene un gran aporte de nutrientes. Con este objetivo se llevó a cabo esta investigación para evaluar la formulación de un alimento hecho acorde a los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde con harina de plátano verde. En el periodo noviembre-diciembre del año 2012, se evaluaron tres tratamientos T0 alimento comercial (Pollarina 3A® Protinal) con dos combinaciones de alimento alternativo T1 (75% comercial + 25% alternativo) y T2 (50% comercial + 50% alternativo). Se tomaron 60 pollos y se dividieron en tres grupos al azar cada uno con 20 unidades experimentales. A los 35 días de edad se alimentaron con los tratamientos durante 15 días para evaluar la ganancia de peso total (GPT). La GPT para T0= 951,50 g; T1= 933,00 g y T2= 870,00 g. Los resultados demuestran que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos para variable GPT. En cuanto a costo, resulta ventajosa la combinación de 75 de alimento concentrado + 25% de alimento alternativo, ya que la relación beneficio costo muestra datos positivos

Palabras clave: formulación alternativa, ganancia de peso, análisis económico, *Musa AAB cv Hartón*, pollos.

ABSTRACT

The poultry production system in Venezuela is characterized by high feed costs. Alternative feed with local ingredients is one of the most efficient ways of solving the high costs issue. In the other hand Barinas is the third largest producer of banana in Venezuela with an area of planting of 5000 ha., this generates a large amount of non-marketable fruits that can be used as ingredients in formulating meal for animal consumption based on green plantain (*Musa AAB cv Horn*) which has a large supply of nutrients. This research was conducted to evaluate the formulation of a food according to the nutritional requirements of broilers made with green plantain flour. In the period november-december 2012, three treatments were evaluated T0 commercial food (Pollarina 3A® Protinal) with two combinations of artisan food, T1 (100% of commercial food + 25% of artisan food) and T2 (50% of commercial food + 50% artisan food). Sixty chickens were randomly selected in three groups of 20 as experimental unit each. At 35 days of birth, the chickens were feeding with the treatments for 15 days to evaluate total weight gain (TWG). TWG for T0= obtained from a commercial food was T0=951.50 g; T1=933.00 and T2 =870.00 g. The results demonstrate that statistical differences among treatment for the variable TWG did not exist. As far as costs, the addition is advantageous from a 100% of commercial food + 25% of artisan food, since the relation benefit cost shows positive data.

Key words: alternative formulation, economic analysis, *Musa AAB cv Horn*, broilers.

Recibido: 20/10/13 Aprobado: 03/09/14

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de pollo está liderada por los países desarrollados, gracias a los avances tecnológicos aplicados a las materias primas en la explotación del rubro, (EEUU, Brasil, Tailandia, Rusia y China) GIRA (2010), mientras que en los países subdesarrollados los sistemas de producción de pollo de engorde, están ligados a la utilización de alta tecnología proveniente de los países desarrollados especialmente para la alimentación.

En Venezuela país que durante la última década (1999-2009), aumentó la producción en 81,4% al pasar de 571.484 toneladas a 1.037.205 toneladas de carne de pollo, los sistemas de producción de pollo a gran escala requieren de la utilización de alta tecnología en cuanto a sanidad, manejo y en particular la alimentación, sobre todo porque está constituye el 75% de los costos aproximadamente. Por otra parte, en la mayoría de los casos, los sistemas de alimentación basados en alimento concentrado comercial, hace que los productores sean dependientes de las tecnologías importadas.

Se reconoce como principal problema los elevados costos del alimento concentrado provenientes de la compra de pequeñas cantidades de este material, lo cual causa que, intermediarios realicen grandes compras a fábricas o industrias productoras para luego venderlo en pequeñas partes a estos productores, teniendo como resultado un alza del precio entre un 30-40%, lo cual no afecta a los grandes productores, ya que su volumen de compra es mayor y directo a los fabricantes, quienes están propicios a ofrecer descuentos u ofertas por la magnitud de las cantidades vendidas (GIRA, 2010).

La situación planteada anteriormente, ha conducido a identificar las posibilidades de utilizar recursos y materias primas locales para la elaboración de alimentos alternativos que puedan suplir una parte de la ración alimenticia suministrada en dicho sistema. Hay estudios realizados en el uso yuca (*Manihot esculenta*), morera (*Morus alba*) y combinación de sorgo-soya. (Trompiz *et al.*, 2007; Casamachin *et al.*, 2007; Ortiz *et al.*, 2010 y Gómez *et al.*, 2011)

Entre los productos agrícolas existente y de alto rendimiento en este país, está el plátano verde en el cual existe gran parte de la producción que no es apta para consumo humano debido a su mala calidad comercial, por ello los productores lo utilizan en la producción animal ya que su precio no compite con el precio del producto para consumo humano.

El plátano representa uno de las musáceas más importantes en el país y se encuentra distribuido por todos los estados, desde pequeñas siembras tipo conuco, hasta grandes plantaciones. El estado Barinas es el tercer productor de plátano con un área de producción de 5.000 has. El plátano verde se caracteriza por tener alta cantidad de agua, almidón, carbohidratos solubles y proteína no mayor al 5% así mismo aporta un 90% de materia seca (MS) y un alto porcentaje de vitamina. Materia prima que es producida en el país durante todo el año lo que asegura su disponibilidad permanente y por otra parte, se ha comprobado que la utilización de este ingrediente como materia base de una fórmula hecha en función a los requerimientos nutricionales de las aves en este sistema de producción, da buenos resultados en cuanto a rendimiento productivo.

Las musáceas (Plátano, Banano y Topocho) han sido utilizadas en diversas investigaciones como componente en la formulación de alimentos para pollos alimentados con una ración que contiene harina de plátano, utilizando frutos verdes y maduros, follaje y seudotallos (Etuk *et al.*, 2012; Tómalá *et al.*, 2009; Marín *et al.*, 2003; Betancourt y Cabrales, 1985) en comparación a una ración convencional

En este sentido, la investigación tuvo por objetivo evaluar el comportamiento productivo de pollos alimentados con una ración a base de harina de plátano verde (*Musa AAB cv Hartón*), en la etapa de engorde considerando la relación beneficio-costos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Producción "Santa Eduvigis" ubicada en el Sector Veguita, Parroquia Sabaneta, municipio

Alberto Arvelo Torrealba del estado Barinas. La temperatura promedio es de 27°C, con una época de verano comprendida entre los meses de Noviembre-Abril. Precipitación presente en el lugar es 1.500 mm con un período lluvioso comprendido entre los meses de Abril y Octubre.

Población y muestra

Dado que en el lugar a realizar el experimento no existe un sistema de producción para pollos de engorde, estos se compraron a los 7 días de nacido y luego fueron trasladados al área de estudio para criarlos hasta alcanzar la etapa de levante (35 días), que es cuando se inicia el experimento. Los pollos usados en el experimento son de la línea cobb-500 ya que este animal fue desarrollado para tener un excelente comportamiento sobre la conversión alimenticia, un buen peso corporal y resistencia a enfermedades. Para el desarrollo de esta investigación se obtuvo una población de setenta (70) pollos para de esta manera garantizar una muestra de sesenta (60) unidades experimentales, los cuales fueron seleccionados por su condición corporal, estos fueron divididos en tres grupos con 20 animales cada uno aleatoriamente. Los animales tuvieron un peso aproximado de 2.139 g en la etapa de levante, cuando se inició el experimento a los 35 días de edad.

Preparación del alimento a suministrar

El alimento alternativo que se planteó está compuesto por los siguientes ingredientes: Harina de Plátano Verde, Harina de Maíz, Harina de Yuca, Harina de Soya, Harina de Sangre, Torta de Coco, Manteca, Melaza. Los materiales a utilizar fueron: molino, peso, hojas de registros, malla gallinero para la separación de los grupos, pollitos bebe, 6 bebederos y 3 comederos y el alimento comercial (Pollarina 3A ®Protinal), bajo condiciones tradicionales en un galpón de 3 m de ancho por 10 m de largo techado y de fácil acceso.

Las materias primas fueron expuestas sobre una superficie plana directamente al sol para su deshidratación, realizando movimiento para agilizar su secado, luego de ser secado la materia se procedió a picar utilizando una picadora y luego para su repicado se utilizó

una maquina casera, realizado este paso el material estuvo listo para ser mezclado con la melaza para que la mezcla se compactara en las proporciones indicadas a los diferentes grupos. La formulación de la ración se realizó con el programa Zootec 3.0. Se obtuvo una muestra del alimento alternativo (1 kg), al cual se le realizó un análisis bromatológico antes de ser suministrado a los pollos para asegurar que el alimento cumpliera con los requerimientos nutricionales ver Cuadro 1.

Este alimento presenta una proteína de 18,0%, energía metabolizable 2,80, fibra cruda de 4,84% estos porcentajes son similares a los porcentajes que requieren los animales en la etapa de engorde. Por otra parte, este alimento alternativo se compara con el alimento comercial terminador de pollos de engorde, este alimento concentrado contiene 18% de proteína cruda, grasa 9%, fibra 5% y extracto libre de nitrógeno 48%.

Modelo estadístico del diseño

En esta investigación se utilizó un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos de 20 unidades experimentales en cada uno de ellos que consistió en la asignación de los tratamientos de forma aleatoria a las unidades experimentales.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \hat{A}_j + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ij} = Variable respuesta (ganancia de peso del animal)

μ = Media general (peso promedio de todos los animales)

τ_j = Efecto del tratamiento (dieta)

\hat{A}_j = Efecto del peso inicial (covariable)

ε_{ijk} = Error aleatorio

Los tratamientos que en este caso se ponen a prueba son tres niveles: (T0) grupo testigo o control suministrándose el 100% de alimento comercial; (T1) al que se le agregó 75% de alimento comercial + 25% de alimento alternativo y (T2) se le añadió 50% del alimento comercial + 50% del alimento alternativo. Se tiene como finalidad determina los diferentes pesos a través del tiempo, los pesajes se realizaron desde día 1

Cuadro 1. Ración final obtenida con el programa Zootec3.0.

Zootec 3.0 © 2005			Resultados	
Ingredientes	%	Kg	Nutrientes	
Maíz amarillo	12,000	120,00	Materia Seca, %	88,92
Melaza caña azúcar	10,000	100,00	EM Aves, Mcal/kg	2,80
Harina de soya	20,000	200,00	Proteína Cruda, %	18,07
Harina de sangre	4,000	40,00	Fibra Cruda, %	4,84
Harina de yuca	10,000	100,00	Ext. Etereo, %	0,91
Torta de coco	16,000	160,00	Calcio, %	0,15
Harina de plátano verde	22,000	220,00	Fosf. Disp., %	0,09
Grasa animal	6,000	60,00	Sodio, %	0,04
			Arginina, %	0,76
			Lisina, %	0,86
			Metionina, %	0,18
			Met+Cis, %	0,38
			Treonina, %	0,56
			Triptófano, %	0,17
	100,000	1.000,00		

al 15, el primer día de comienzo del experimento y el último día.

Para procesar los datos se utilizó como recurso el software SPSS versión 15. Se utilizaron métodos descriptivos (Cuadros de frecuencias y promedios) y métodos estadísticos se utilizó (análisis de covarianza, prueba de Anova).

Variabes analizadas

Las variables analizadas son:

1.-Ganancia de peso diaria (GPD): se define como el aumento tanto en kg como en g diariamente del animal, o lo que es lo mismo como la diferencia del peso de hoy menos el peso de ayer.

$GPD = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Cantidad de pollos}}$

Cantidad de días

2.-Ganancia de peso total (GPT): se determinó mediante análisis de covarianza es la forma inmediata de conocer el rendimiento o ganancia

de peso de los animales en su etapa de engorde. GPT: $\text{Peso inicial} - \text{Peso final}$.

Para medir el efecto del alimento en relación a la GPT se realizaron dos pesajes a cada uno de los grupos, a los 35 días de nacidos y al final de la etapa experimental a los 50 días.

3.-Conversión Alimenticia (CA): es un índice que mide la eficiencia del pollo para convertir el alimento en carne y da una idea de la calidad del pollo y del alimento empleado.

$CA = \frac{\text{kg consumidos}}{\text{kg producidos}}$

kg producidos

Para determinar la CA se realizaron pesajes del alimento a cada uno de los tres grupos durante los 15 días.

Para evaluar el comportamiento productivo de los tratamientos con respecto a la GPT y CA de los animales, considerando un periodo de 15 días después de la cuarta semana de cría, se aplicó análisis de covarianza para un modelo de clasificación simple (diseño completamente

aleatorizado) ajustando las ganancias de pesos con el peso inicial, esto con el fin de contrarrestar el error experimental, por tal motivo el modelo debe satisfacer los supuestos teóricos. El nivel de significación que se utilizó en el ensayo fue 5% = (0,05).

Para este tipo de diseños se realiza una prueba de homogeneidad para determinar la igualdad de los grupos con respecto al peso inicial, en este caso se utiliza la prueba de Levene.

Para verificar la igualdad de la varianza de la ganancia de peso total (GPT) de los grupos definidos por los valores del tipo de alimentación utilizados en el ensayo se realiza el contraste de hipótesis

H0: $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_3$ todos los tratamientos tienen la misma varianza.

H1: $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2 \neq \sigma^2_3$ todos los tratamientos no tienen la misma varianza, al menos uno es diferente.

En relación a los análisis económicos se hicieron a través de:

4.- Relación Beneficio Costo (B/C) La relación beneficio/costo esta presentada por la relación Ingresos/ Egresos en donde los ingresos y egresos deben ser calculados de acuerdo al flujo de caja (Gómez, 2001).

5.-Margen Bruto (M/B), se aplicó el cálculo mediante la fórmula siguiente $M/B = \frac{\text{Ingreso} - \text{Costo}}{\text{Ingreso}}$ El margen bruto sería la diferencia de costo de materia prima y el ingreso que se genera por la venta del producto terminado (Perotti, 2008).

Costo Beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos donde los beneficios superan el costo son exitosos, los casos contrarios son fracasos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos

En el Cuadro 2 se muestra la ganancia de peso acumulada por tratamiento en gramos.

Como se observa en el Cuadro 2 los animales del grupo control T0 fueron los animales de mayor ganancia de peso acumulada en comparación con los demás grupos (T1 y T2) con un promedio de peso de 951,5 g/animal. Se refleja que los animales del grupo experimental T1 obtuvieron una ganancia de peso acumulada de 933 g/animal, que es una mayor ganancia en comparación con el tratamiento (T2) en este se observa el promedio de ganancia de peso acumulada de 870 gr/animal. Que es la ganancia de peso más baja de todos los grupos en estudio, siendo así el tratamiento de menor beneficio.

Comparación del efecto que producen los tratamientos

Los resultados del contraste de hipótesis de normalidad se reportan en el Cuadro 3 de prueba de normalidad global, el valor (sig.) de la prueba de Kolmogorov-Smirnov es igual a 0.200, y el de la prueba de Shapiro-Wilk es 0.062 ambos superiores a 0.05, el nivel de significación fijado en el ensayo, por tal razón no existen razón para rechazar la hipótesis nula, es decir la variable respuesta se distribuye normal.

En el Cuadro 4, el valor asociado al estadístico de prueba en los tres casos es siempre mayor a (0,05), es decir no existe evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula, garantizando la normalidad de peso total para los grupos de interés para la investigación.

Como se observa en el Cuadro 5, los grupos no son homogéneos entre si, por que el nivel de significación, (0,018) es menor a (0,05) que es establecido en el diseño, por tal razón para disminuir el error experimental se utiliza un análisis de covarianza, ajustándolo con peso inicial como co-variable.

Ahora se evalúa el efecto de los tratamientos sobre la GPT. En el Cuadro 6, donde el valor de significación con respecto a los tratamientos es mayor (0,258) a (0,05) por lo tanto se acepta que los tratamientos producen el mismo efecto.

En la investigación sobre alimentación alternativa con respecto a la ganancia de peso total (GPT) de acuerdo a los resultados obtenidos según el análisis estadístico, se llegó a la conclusión de que los alimentos causan el mismo efecto, es

Cuadro 2. Registro de pesaje de los animales en estudio por tratamiento expresada en (g).

UE	PI T0	PFT0	GPDT0	PIT1	PFT1	GPPDT1	PIT2	PFT2	GPDT2
1	2.200	3.150	950	1.850	2.650	800	1.900	2.700	800
2	1.750	2.800	1.050	2.400	3.350	950	1.900	2.650	750
3	1.900	3.100	1.200	1.900	2.950	1.050	2.100	3.050	950
4	2.000	2.900	900	1.900	2.800	900	2.000	2.900	900
5	1.750	2.650	900	2.100	3.550	1.450	2.200	3.300	1.100
6	1.900	2.900	1.000	1.900	2.820	920	2.100	2.970	870
7	1.900	2.850	950	2.100	3.190	1.090	2.200	3.030	830
8	2.050	2.850	800	2.300	3.300	1.000	2.150	2.900	750
9	1.920	2.810	890	1.950	3.100	1.150	2.150	2.850	700
10	2.500	3.450	950	2.200	2.820	620	2.200	3.150	950
11	1.800	2.770	970	2.300	3.200	900	2.100	3.000	900
12	1.900	2.730	830	2.100	3.200	1.100	2.050	2.750	700
13	1.780	2.700	920	2.100	3.100	1.000	2.300	3.350	1.050
14	1.880	2.850	970	2.100	3.150	1.050	2.300	3.300	1.000
15	2.200	3.150	950	1.850	2.600	750	2.300	3.200	900
16	1.820	2.850	1.030	2.200	2.800	600	2.400	3.100	700
17	1.950	2.950	1.000	2.400	3.250	850	2.200	2.950	750
18	1.920	2.800	880	2.200	2.950	750	2.200	3.200	1.000
19	1.920	2.730	810	2.200	2.930	730	2.250	3.150	900
20	2.220	3.300	1.080	1.900	2.900	1.000	2.100	3.000	900
P	1.963	2.915	951,5	2.098	3.031	933	2.155	3.025	870

UE: Unidad experimental, T0: alimento comercial, T1: combinación 75% comercial + 25% alternativo, T2: 50% comercial + 50% alternativo, PI: Peso inicial, PF: Peso final, GPD: Ganancia de peso diaria, P: Promedio

Cuadro 3. Prueba de normalidad global.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapito-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GPT	,101	60	,200*	,962	60	,062

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Liliefors.

Cuadro 4. Prueba de Normalidad por grupo.

GTP	Tratamientos	Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapito-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0	,123	20	,200*	,957	20	,489
	1	,101	20	,200*	,959	20	,527
	2	,149	20	,200*	,944	20	,290

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Liliefors.

Cuadro 5. Igualdad de la varianza.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error ^a

Variable dependiente: GPT

F	gl1	gl 2	Significación
4,342	2	57	,018

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

^a Diseño: Intersección+PI+Tratamientos

Cuadro 6. Análisis de covarianza para la GPT ajustado con el peso inicial como covariable.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: GPT

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	73332,027 ^a	3	24444,009	1,144	,339
Intersección	332636,187	1	332636,187	15,562	,000
PI	308,693	1	308,693	,014	,905
Tratamientos	59272,271	2	29636,135	1,387	,258
Error	1196966,307	56	21374,398		
Total	51852100,0	60			
Total corregida	1270298,333	59			

^a R cuadrado = 0,58 (R cuadrado corregida = ,007).

decir estadísticamente los tratamientos tienen el mismo resultado en su comparación entre sí de acuerdo a la GPT.

Conversión alimenticia por tratamientos

En el Cuadro 7 se representa el suministro y consumo de alimento para cada tratamiento durante los 15 días del experimento expresados en g.

Para los tratamientos T0 y T1 en cada uno de los días de experimentación de C/P no se muestra una variación marcada, por lo que se reconoce un consumo parejo y constante de dicho alimento durante los 15 días. Para el caso de T1 los pollos venían de un periodo de acostumbramiento de 5 días en el que se le suministró el nuevo alimento en pequeñas dosis hasta llegar a la dosis

deseada. Para T2 se muestra una variación, en los 3 primeros días en comparación con los otros grupos durante los 15 días, para este tipo de dieta del T2 se recomienda alargar un poco este periodo de acostumbramiento.

Conversión Alimentaria

En el Cuadro 8, se indica los resultados de los valores de conversión alimenticia.

Estos muestran muy poca diferencia en el consumo de alimento de las dietas T0 y T1; sin embargo pareciera que al sustituir el 50% del alimento concentrado, como hay una ligera disminución de la ganancia diaria de peso, se produce un pequeño incremento en la conversión alimenticia del T2 (3.40) lo que indica que se requiere 3.40 kg de alimento para producir 1 kg

Cuadro 7. Registro de suministro y consumo de alimento de los animales en estudio por tratamiento expresada en (g).

D	S	ET0	CT0	CPT0	ET1	CT1	CPT1	ET2	CT2	CPT2
1	5.000	1.200	3.800	190,0	1.020	3.980	199	1.900	3.100	155,0
2	5.000	1.000	4.000	200,0	1.000	4.000	200	1.700	3.300	165,0
3	5.000	950	4.050	202,5	1.000	4.000	200	1.200	3.800	190,0
4	5.000	900	4.100	205,0	720	4.280	214	1.200	3.800	190,0
5	5.000	800	4.200	210,0	700	4.300	215	1.000	4.000	200,0
6	5.000	900	4.100	205,0	1.000	4.000	200	950	4.050	202,5
7	5.000	750	4.250	212,5	700	4.300	215	900	4.100	205,0
8	5.000	800	4.200	210,0	760	4.240	212	1.000	4.000	200,0
9	5.000	900	4.100	205,0	700	4.300	215	800	4.200	210,0
10	5.000	1.000	4.000	200,0	800	4.200	210	900	4.100	200,0
11	5.000	850	4.150	207,5	1.000	4.000	200	700	4.300	215,0
12	5.000	800	4.200	210,0	1.000	4.000	200	1.000	4.000	200,0
13	5.000	825	4.175	208,7	900	4.100	205	900	4.100	205,0
14	5.000	800	4.200	210,0	940	4.060	203	600	4.400	220,0
15	5.000	900	4.100	205,0	900	4.100	205	950	4.050	202,5
Total	75.000	13.375	61.625	3.081,2	13.140	61.860	3.093	15.700	59.300	2.965

S: suministro; T0: alimento comercial; T1: combinación 75% comercial + 25% alternativo; T2: 50% comercial + 50% alternativo; D: días; E: excedente; CD: Consumo diario.

de carne. Si se compara este valor con el 3.24 y el 3.31 de la dieta T0 y T1, respectivamente podemos inferir que debe continuarse la investigación sobre esta dieta ya que pareciera aumentar el requerimiento de alimento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en conversión alimenticia podemos inferir que la mejor conversión alimenticia de la investigación realizada fue la del grupo control T0 en la que se presentó una conversión de 3,24 kg de alimento para producir un kilo gramo de carne por otro lado los tratamientos experimentales T1 y T2 presentaron conversiones de 3,31 y 3,40kg, de alimento para producir 1kg de carne.

Análisis económico

Costo del alimento alternativo

En el Cuadro 9 se presentan los costos de los insumos, para la elaboración del alimento alternativo.

Los Costos/Unidad tienen incluido los costos de mano de obra, materiales y equipos utilizados en la preparación de la mezcla alternativa. El alimento alternativo cuesta Bs. 330,46 una mezcla de 75kg, por lo tanto un (1) kg de esta mezcla equivale a Bs. 4,41. El alimento comercial cuesta Bsf 210,00 un saco de 40 kg, por lo tanto el alimento por kg equivale a Bsf 5,25

Cuadro 8. Valores promedios de la conversión alimenticia.

Tratamiento	Consumo promedio (g/animal/día)	Ganancia diaria de peso (g/animal/día)	Conversión alimenticia (Kg de alimento/kg de peso)
T0	205,4	63,33	3,24
T1	206,2	62,22	3,31
T2	197,7	58,08	3,40

Cuadro 9. Costo de insumos necesarios para preparar 75kg de una mezcla de alimento alternativo a base de harina de plátano.

Insumos	%	Kgm	Costo/Unidad (Bsf)	(Bsf) Totales
Harina de Plátano Verde	22	16,5	3,72	61,38
Harina de Yuca	10	7,5	7,95	59,62
Harina de Soya	20	15	5,94	89,10
Harina de Sangre	4	3	2,5	7,50
Harina de Maíz Amarillo	12	9	2,34	21,06
Torta de Coco	16	12	3,4	40,80
Manteca	6	4,5	8	36
Melaza	10	7,5	2	15
Total	100	75	-	330,46

Cuadro 10. Costo de pollos hasta la 5^{ta} semana de vida (comienzo del experimento).

Definición	Costo por unidad (Bsf)	Costo total (Bsf)
Pollos bebes	8,00	560,00
Alimentación	210,00	1.000,00
Manejo	14,285	1.000,00
Total	-	2.560,00

Cuadro 11. Costos alimento de cada tratamiento para producir 1 kg de carne expresado en Bsf.

Tratamiento	Alimento comercial	Alimento alternativo	Total
T0 100 % alimento comercial	16,176	-	17,010
T1 75% alimento comercial y 25% de alimento alternativo	13,033	3,649	16,682
T2 50% alimento comercial y 50% de alimento alternativo	8,925	7,497	16,422

Observando el total de costo del Cuadro 10, se toma ese valor para determinar el precio del pollo hasta esta etapa, para esto se divide el total entre los pollos producidos, lo cual nos deja un valor de Bsf 36,57 por pollo.

El Cuadro 11, representa los costos del alimento para producir un (1) kg de carne

El T0 presenta los costos de solo alimento alternativo, para T1 y T2 se presentan los costos en ambos tipos de alimentos ya que se le suministró de los dos en una mezcla homogénea, pero con proporciones distintas para cada uno de ellos por consiguiente presentan costos distintos en cada uno de los alimentos. El cálculo del costo de alimento, fue deducido de la siguiente forma, para el T0 se multiplicó la conversión alimenticia de este grupo por el precio del alimento comercial, para el T1 y T2 se tomó la conversión alimenticia y se le extrajo los porcentajes pertinentes para cada tipo de alimento y con estos resultados se realizó la multiplicación del valor de cada alimento por

el porcentaje correspondiente de acuerdo a la ración experimental.

Cuadro 12, se observa el Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por kilogramo de pollo producido durante el experimento.

Los costos son provenientes del Cuadro 11, donde se expresa los gastos de alimentación para producir un (1) kg de carne, el ingreso proviene de los pesos promedios producido por grupo y multiplicado por el valor del pollo en pie. El MB proviene de la diferencia directa de la resta entre ingresos menos costos. El B/C son los porcentajes de ganancia por cada kg producido durante el experimento.

El Cuadro 13, presenta el Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por pollo donde se realizó en costos la suma del valor por pollo durante las primeras 5 semanas de vida ajustado con el peso inicial más el valor del costo durante el experimento, dando así como resultado el costo total por animal durante toda su vida. Los ingresos provienen del peso final del pollo multiplicado por el valor de venta de este a

Cuadro 12. Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por kilogramo de pollo.

Grupo	Costo Bsf/Kg	Ingreso Bsf/Kg	MB (Bsf)	B/C (%)
T0	17,010	19,030	2,020	11,87
T1	16,682	18,660	1,978	11,85
T2	16,422	17,400	0,978	05,95
Diferencia T1-T0	-	-	0,042	-
Diferencia T2-T0	-	-	1,042	-

Cuadro 13. Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por pollo.

Grupo	Costo Bsf/Pollo	Ingreso Bsf/Pollo	MB (Bsf)	B/C (%)
T0	34,64	58,30	23,66	68,30
T1	37,01	60,62	23,61	63,59
T2	38,03	60,50	22,47	57,96
Diferencia T1-T0	-	-	<0,05>	-
Diferencia T2-T0	-	-	<1,19>	-

Cuadro 14. Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por grupo (20 pollos).

Grupo	Costo Bsf/Pollo	Ingreso Bsf/Pollo	MB (Bsf)	B/C (%)
T0	692,8	1.166	473,2	68,30
T1	740,2	1.212,4	472,2	63,59
T2	760,6	1.210	449,4	57,96
Diferencia T1-T0	-	-	<1,00>	-
Diferencia T2-T0	-	-	<23,8>	-

puerta de finca. El MB proviene de la diferencia directa de la resta entre ingresos menos costos. El B/C son los porcentajes de ganancia por cada pollo producido durante el experimento.

El Cuadro 14, presenta el Beneficio Costo (B/C) y Margen Bruto (MB) por lote de 20 unidades experimentales.

Dados los resultados obtenidos. Respecto a la producción de pollos durante 15 días de la etapa experimental, se concluye que el tratamiento T0

produce un mayor ingreso de MB lo cual crea una diferencia que no es relativamente significativa con respecto al tratamiento T1. Así mismo el tratamiento T1 que tiene un mayor resultado que el T2 con una diferencia significativa ya que el tratamiento T2 tiene los costos más elevados e ingreso neto más bajo. Por otro lado, el B/C expresa que el T0 y T1 no poseen una diferencia de porcentaje de ganancia, en este mismo sentido el T2 si tiene diferencias con

respecto a MB y B/C con respecto a los otros dos tratamientos.

CONCLUSIÓN

Comparando el efecto que produce el alimento alternativo en los pollos durante la etapa final con respecto al grupo alimentado con una ración comercial se determinó que el grupo control (T0) obtuvo una mayor GPT y CA en comparación con los grupos experimentales T1 y T2. No obstante, el tratamiento experimental T1 produjo resultados muy cercanos al tratamiento T0, donde estadísticamente se concluyó que los alimentos producen el mismo efecto.

El alimento alternativo T1 es el más económico, consiguiendo una ganancia de peso, un consumo y un índice de conversión del mismo orden que el alimento comercial T0.

LITERATURA CITADA

- Betancourt, T. y G. Cabrales. 1985. Utilización de la harina de plátano peli pita (*Musa ABB*) verde con cascara, en dietas para pollos de engorde. Universidad de Córdoba, Montería (Colombia). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 83 p.
- Casamachin M., D. Ortiz y F. López. 2007. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Agosto, Vol 5 N° 2.
- Etuk, E., U. Chinedo, N. Aladi, O. Emenalon and O. Esonu O. 2012. Effects of partial replacement Of maize with 2:1:1 combination of plantain peel, yam peles and palm kernel cake in broiler starter diet. Revista Científica UDO Agrícola 12 (3): 649-652.
- Gira, 2010. Que van hacer los cinco principales productores de pollo del mundo en los próximos 10 años. Disponible en línea: <http://www.avicultura.com/tag/carne-de-pollo-en-el-mundo/>. [Nov. 30, 2010].
- Gómez, G. 2001. Evaluación de alternativas de inversión: análisis matemático y financiero de proyectos (V), análisis beneficio/costo.
- Gómez, R., C. Coello, A. Cuevas y E. Gonzáles. 2011. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. Vet. Méx., 42 (4) 2011. pp. 299-309.
- Marín, A., D. Carias, A. y P. Hevia. 2003. Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoriaterneate como diluyentes de raciones para pollos de engorde 0378-1844, 56 p.
- Ortiz M., P. Lara y Lara, M. Magaña y J. García. 2010. Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. Zootecnia Trop., 28(4): pp. 477-487.
- Perotti, P. 2008. Qué es el margen bruto de procesamiento. Disponible en línea: http://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/seriesDet.aspx?ID=38_ [May. 15, 2012].
- Tómala, J., R. Chávez, M. Mancero y S. Pisco. 2009. Análisis De Factibilidad Al Proceso de elaboración de harina de banano para balanceado en La Provincia del Guayas.
- Trompiz, J., A. Gómez, H. Rincón, M. Ventura, N. Bohórquez y A. García. 2007. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde. Revista Científica, FCV-LUZ, Vol. XVII. N° 2, 143-149.

Diagnóstico serológico de Neosporosis Bovina en fincas de la región de Tucacas, estado Falcón, Venezuela

Serological diagnosis of Bovine Neosporosis in farms from Tucacas, Falcon state, Venezuela

José G. Fernández Fernández ^{1*} y Francisco García ^{2†}

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Unidad de Sanidad Animal, Laboratorio de Parasitología. Maracay, Aragua, Venezuela. *Correo electrónico: jgff1969@gmail.com

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Parasitología. Maracay, Aragua, Venezuela.

RESUMEN

Neospora caninum es un protozooario considerado una de las principales causas de abortos bovinos a nivel mundial y un importante agente que induce mortalidad neonatal en bovinos, ovejas, cabras, venados y caballos en muchos países. La presencia de anticuerpos a *N. caninum* es indicativo de infección y pueden ser detectados en sangre bovina con pruebas serológicas tales como: inmufluorescencia indirecta, prueba de aglutinación y el inmunoensayo enzimático. El presente estudio se realizó para determinar la prevalencia de anticuerpos a *N. caninum* en ocho fincas de ganadería doble propósito ubicadas en la región de Tucacas, estado Falcón, Venezuela. La prevalencia usando la técnica de ELISA fue de 20,6%. Por tipo racial, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre los mestizos *Bos taurus* y *Bos taurus* x *Bos indicus*, con valores de seropositividad de 25,9% y 18,9%, respectivamente. Los animales seropositivos incluyen a 36 de 152 (23,7%) vacas adultas, 8 de 53 (15,1%) novillas y 0 de 8 (0,0%) becerras. No hubo diferencia significativa entre la seropositividad y la edad ($P > 0,05$). No se encontró reactividad cruzada entre los antígenos de *N. caninum* por la técnica de ELISA y los antígenos de *T. gondii* usando la técnica inhibición de la hemoaglutinación en los sueros de los bovinos infectados naturalmente.

Palabras claves: *Neospora caninum*, diagnóstico serológico, Venezuela.

ABSTRACT

Neospora caninum is a protozoan parasite which is a major cause of bovine abortions worldwide and an important agent that induces neonatal mortality in cattle, sheep, goats, deer and horses in many countries. *N. caninum* antibodies in bovine blood can be demonstrated by serological assays such as the indirect fluorescent antibody test (IFAT), direct agglutination test, or enzyme linked immunosorbent assay. The present study was done to determine the prevalence of antibodies to *N. caninum* in eight dual purpose cattle farms in Tucacas region, Falcon state, Venezuela. The prevalence of *N. caninum* in the ELISA was 20.6%. There was no significant differences ($P > 0.05$) by breed effect in *Bos taurus* (25.9%) and *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses (18.9%). The seropositivity animals included 36 of 152 (23.7%) adult cows, 8 of 53 (15.1%) heifers, and 0 of 8 (0.0%) calves. The association between seropositivity and age was no significant differences ($P > 0.05$). No cross-reactivity was found between *N. caninum* antigens for the ELISA and *T. gondii* antigens for the hemagglutination inhibition test in sera of cattle with natural infection.

Key words: *Neospora caninum*, serological diagnosis, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La neosporosis bovina es una enfermedad parasitaria causada por un protozooario Apicomplexa, de la subclase Coccidia denominado *Neospora caninum*. Hasta 1988, la enfermedad fue confundida con toxoplasmosis, debido a la estrecha relación que existe entre *Toxoplasma gondii* y *N. caninum*, desde el punto de vista morfológico y biológico (Dubey y Lindsay, 1996; Dubey *et al.*, 2007). Dubey *et al.* (1998) se pudo completar el ciclo de vida del parásito, identificando al perro (*Canis familiaris*) como su hospedador definitivo, reportándose por Gondim *et al.* (2004) que los zorros (*Canis latrans*) también son hospedadores definitivos del parásito. Como hospedadores intermediarios se han señalado a bovinos, ovinos, caprinos, equinos, venados, el mismo perro, otros mamíferos e inclusive las aves de corral (Costa *et al.*, 2008).

N. caninum es reconocido como una importante causa de abortos en vacas lecheras alrededor del mundo, ocurriendo estos desde los tres meses de gestación hasta el final de la misma, siendo la mayor incidencia entre los cinco y seis meses. El impacto económico de esta parasitosis en la industria láctea es sustancial y va a depender de los costos indirectos, tales como: la ayuda profesional y costos asociados con el establecimiento del diagnóstico, la recría, incremento en el tiempo de lactación, posibles pérdidas en la producción de leche y el costo del reemplazo si las vacas que abortan son eliminadas, así como el valor de los fetos perdidos (Thurmond y Hietala, 1996; Jenkins *et al.*, 2000; Dubey *et al.*, 2006; Dubey *et al.*, 2007).

La neosporosis ha sido reportada en Australia, Canadá, Dinamarca, Reino Unido, Irlanda, Israel, Japón, México, Los Países Bajos, Nueva Zelanda, Sur África, Suecia, Estados Unidos, Argentina, Bélgica, Alemania, Hungría, Italia, España y Zimbabue (Dubey y Lindsay, 1996). Los estudios seroepidemiológicos sobre esta parasitosis realizados a nivel mundial han indicado resultados muy variables (Dubey y Lindsay, 1996; Gondim *et al.*, 1999; Suteeraparp *et al.*, 1999; Atkinson *et al.*, 2000; Sanderson *et al.*, 2000; Corbellini *et al.*, 2002; Moore *et al.*, 2003).

En nuestro país son pocos los estudios seroepidemiológicos realizados sobre esta parasitosis, pudiéndose señalar para el momento de esta investigación, los reportes de García *et al.*, 2003; Lista, 2004; León *et al.*, 2007. Es por esto y debido al impacto económico de la enfermedad en la ganadería bovina y para lograr establecer pautas en la aplicación de estrategias de control adecuadas para evitar la infección y/o transmisión de *N. caninum* en los rebaños bovinos en nuestro país, es que se justifica la realización de esta investigación, en una zona ganadera del estado Falcón y de esta forma aportar más datos sobre la seropositividad de la neosporosis bovina en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Para determinar la presencia de anticuerpos anti-*N. caninum*, se realizó un muestreo en ocho fincas de la región de Tucacas, sector Las Lapas, municipio José Laurencio Silva, ubicado geográficamente a 68°, 00' - 68°, 30' longitud oeste y 10°, 30' - 11°, 00' latitud norte y el mismo está delimitado al norte por el Golfo Triste; al noroeste con el municipio Monseñor Iturriza; al suroeste con el municipio Palma Sola, al sur con el estado Yaracuy y al este con el Mar Caribe. En cuanto a la región de Tucacas, ésta se encuentra a 10°, 45' latitud norte y 69°, 26' longitud oeste, donde predomina el bosque seco tropical, con un periodo de lluvia desde abril hasta diciembre, y otro de sequía desde enero hasta marzo (García, 2000). Una de las actividades económicas predominante en esta región es la ganadería vacuna, desarrollada en unidades de producción de tamaños variables. La producción de leche se realiza, principalmente, en fincas doble propósito no tecnificadas, conformadas por rebaños de pequeño tamaño, constituidos principalmente por un tipo de animal mosaico, producto de cruces no específicos entre *Bos taurus* y *Bos indicus* (Sandoval *et al.*, 1989).

Población muestral

Para determinar el tamaño de la muestra y estimar la seropositividad de neosporosis bovina en las ocho fincas de la región de Tucacas, se siguió la fórmula del muestreo aleatorio simple (OPS,

1979). En base a trabajos previos realizados en Venezuela (Lista, 2004; León *et al.*, 2007) con un promedio de prevalencia de 14%, una precisión absoluta del estimador del 5% a un nivel de confianza del 95%, se obtuvo un tamaño de muestra de 213 animales pertenecientes a hembras de tipo racial entre mestizas *B. taurus* y *B. taurus* acebuadas, distribuidas en ocho fincas doble propósito. Los animales fueron estratificados por edad conformándose tres grupos: becerras (hasta 5 meses), mautasnovillas (6 a 24 meses) y vacas (mayores de 24 meses), seleccionándose de forma aleatoria simple. Es importante señalar, que la ocurrencia o no de abortos no fue considerado como criterio limitante para la selección de las fincas y/o animales. Para esta investigación se consideró igual proporción de muestras por finca evaluada en función al total de su población.

Obtención de las muestras

La extracción de sangre en los bovinos se realizó mediante punción de la vena yugular, recolectada en tubos al vacío, estériles y sin anticoagulante. Luego de la centrifugación, los sueros obtenidos se alicuotaron y congelaron a -20°C hasta su análisis. Se aplicó una encuesta a los propietarios de las fincas para obtener los datos relacionados con los animales (tipo racial y edad).

Procesamiento de las muestras

El análisis de las muestras séricas se realizó en el Laboratorio de Diagnóstico de la empresa C.A., Laboratorios Asociados. Se detectó la presencia de anticuerpos anti-*Neospora caninum* utilizando el estuche comercial de ELISA (HerdChek®: anti-*Neospora caninum* del Laboratorio IDEXX), basado en antígenos de taquizoitos sonicados de *N. caninum*, cepa NC-1. El procedimiento se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante presentes en el manual del kit.

Para demostrar la posible reacción cruzada entre *N. caninum* y *T. gondii*, se evaluaron los sueros positivos a anticuerpos anti-*Neospora caninum* con un estuche comercial que detecta anticuerpos anti *T. gondii* por la técnica de inhibición de la hemoaglutinación (Toxotest-HAI ®: anti-*Toxoplasma gondii* de

Laboratorios Wiener). El procedimiento se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante presentes en el manual del kit.

Análisis estadístico

El análisis descriptivo se llevó a cabo posterior a la tabulación de los datos, la elaboración de cuadros, gráficos y tablas de contingencia para determinar la seropositividad general, por tipo racial y por edad.

En el análisis inferencial, la seropositividad de la infección se correlacionó con la edad de los animales y tipos raciales, analizándose la significancia estadística de sus asociaciones o independencias por la prueba de ji-cuadrado (χ^2) con un 95% de confianza. Para el análisis de los datos, se utilizó el paquete estadístico Statistix 7 para Windows, versión 7.0 del año 2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen un gran número de patologías reproductivas o alteraciones de varios orígenes que interrumpen la preñez en la hembra bovina, lo cual se traduce en pérdidas económicas anuales relevantes para la finca. Las causas infecciosas constituyen una de las más importantes y dentro de ellas podemos citar a los agentes virales, bacteriales, micóticos y parasitarios (Bermúdez, 2001); y dentro de los agentes parasitarios ha emergido en los últimos años el protozoario *N. caninum* como un importante causal de abortos en grandes rumiantes en muchos países, considerándose actualmente como un significativo problema de producción a nivel mundial (Dubey y Lindsay, 1996).

En nuestro país, hasta un 5% de las preñeces bovinas pueden terminar anualmente en abortos. Para algunos hatos, la tasa puede alcanzar valores de 10% y la consideran aceptable debido al hecho de que en la finca coexisten varias enfermedades enzoóticas como son la leptospirosis, brucelosis, virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), virus de la diarrea viral bovina (BVD) y algunos hematozoarios (Bermúdez, 2001), por lo cual deben realizarse los respectivos diagnósticos.

Con respecto a la neosporosis y a pesar de su diseminación global, existe limitada información

disponible concerniente a la distribución y modo de transmisión de esta parasitosis en Centro y Sudamérica. La prevalencia en diversas razas bovinas depende del país, región y tipo de prueba serológica utilizada, llegándose a determinar en algunos rebaños de vacas lecheras sobre el 87% de seropositividad (Dubey y Lindsay, 1996; Dubey, 1999; Dubey, 2003).

En este trabajo, la seropositividad general de neosporosis bovina fue de 20,66%, detectándose animales seropositivos en todas las fincas (Figura). Datos similares se han reportado en cinco estados al noroeste de los Estados Unidos, donde de un total de 2.585 vacas provenientes de 55 rebaños se obtuvo un 23% de seropositividad, aplicando la técnica de ELISA competitiva (Sanderson *et al.*, 2000). Gondim *et al.* (1999), en el estado de Bahia, Brasil reportaron un 14,09% de animales seropositivos, provenientes de 447 bovinos de 14 fincas lecheras, usando la técnica de IFI. Igualmente, en Río Grande del Sur, Brasil, Corbellini *et al.* (2002) reportaron una prevalencia de 23,3% en vacas Holstein con antecedentes de abortos y un 8,3% en aquellas sin historia de abortos.

En Paraguay, Osawa *et al.* (2002), reportaron un 29,8% de bovinos seropositivos a *N. caninum* por la técnica de ELISA, observándose que la mayor proporción de animales positivos fueron aquellos que habían abortado. En Argentina, Moore *et al.* (2003), obtuvieron valores de prevalencia de neosporosis en ganadería de carne y leche por IFI, cuyos animales tenían o no antecedentes de enfermedad reproductiva. Los valores obtenidos por estos autores fueron de 16,6% y 4,7%, correspondiente a animales

asintomáticos de fincas lecheras y de carne respectivamente, mientras que en animales con antecedentes de abortos fue de 43,1% y 18,9% en el mismo orden. Así mismo, en un trabajo realizado en vacas lecheras que abortaron, se estableció por la técnica de IFI una positividad de 64,5%.

En México, García-Vázquez *et al.* (2005), reportaron valores de seroprevalencia de 59% por la técnica de ELISA. De igual forma, Morales *et al.* (2001) determinaron una seroprevalencia de 72% en vacas pertenecientes a hatos con tasa anuales de abortos entre 13% y 30% (abortos epizooticos) y 36% en vacas pertenecientes a hatos con tasas de aborto hasta de 12% anual (aborto enzoótico). En el sur de California, en un rebaño de 240 vacas productoras de leche se determinó a través de ELISA, un 80% de seroprevalencia, de los cuales 40% abortaron desde el cuarto mes de gestación (Jenkins *et al.*, 2000).

En Centroamérica, específicamente en Costa Rica, un estudio realizado por Romero y Frankena (2003) en 20 fincas lecheras con antecedentes epidemiológicos de seropositividad a *N. caninum*, la seroprevalencia intra-rebaño osciló entre 25% y 70,5%.

Entre los estudios seroepidemiológicos de neosporosis bovina hechos en nuestro país destaca el realizado por Suárez y Maldonado (2012), donde reportan una seropositividad general de 17,23% de 2.542 bovinos doble propósito estudiados, ubicados en cinco municipios del estado Lara; de igual forma señalaron que, no existían diferencias significativas entre grupos etarios ni sexo de

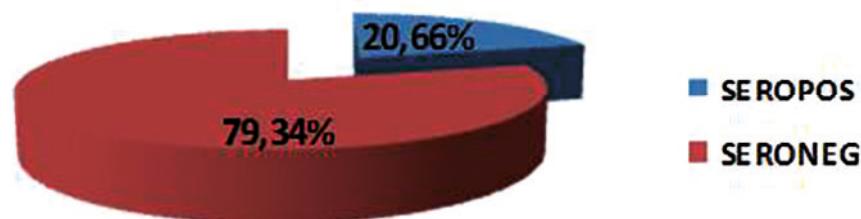


Figura. Seropositividad general de neosporosis bovina, Tucacas, estado Falcón, Venezuela.

los animales; al mismo tiempo sugieren, que la transmisión de *N. caninum* en los rebaños analizados son predominantemente por vía transplacentaria. Obando *et al.* (2010), realizaron un trabajo en un rebaño bovino en el que reportaban abortos endémicos de un 11% en vacas y 20% en novillas, con 4,5 meses de edad de gestación en promedio, analizando en total 169 vacas, de las cuales 87 tenían registros de abortos, y 82 no presentaban tal signo.

En el primer grupo se encontró que el 54% presentaban anticuerpos específicos contra el protozooario, mientras que el otro grupo reveló un 34% de infección. Ellos concluyeron que había una asociación importante entre la condición de infección y la ocurrencia de los abortos. El mismo año, Escalona *et al.* (2010), evaluaron 408 vacas y 142 novillas de 51 fincas ubicadas en el municipio Bolívar del estado Yaracuy y obtuvieron un 17,09% de seropositividad por animal y una frecuencia de infección por fincas de 74,51%; concluyeron igual que el grupo de Suárez y Maldonado (2012), que la transmisión vertical del parásito predomina en la región estudiada, y que por otra parte, la prevalencia del microorganismo está influenciada por el sistema de producción.

León *et al.* (2007), reportaron una prevalencia de 13% en el municipio San José de Guaribe del estado Guárico y 17% en el Sur de Aragua, trabajando con animales doble propósito; si bien, se detectaron animales seropositivos a *N. caninum* en ambas regiones, los productores de estas fincas no reportaron problemas reproductivos, ni historia de abortos. Lista

(2004), reportó una seropositividad general de 11,32% en 15 fincas, ubicadas en ocho estados del país. Otro estudio hecho por García *et al.* (2003), evidenció uno de los primeros hallazgos serológicos en Venezuela, reportando que cinco de diez vacas con antecedentes de abortos resultaron seropositivas al parásito, dichos animales se encontraban ubicados en una finca del municipio Morán del estado Lara.

Con relación a la edad, la seropositividad aumentó proporcionalmente con la longevidad del animal, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre esta variable y la presencia de anticuerpos (Cuadro 1); estos datos coinciden por los presentados por Locatelli-Dittrich *et al.* (2001), los cuales señalan que un 37% de vacas adultas, 25,5% de novillas y dos muestras precalostrales fueron seropositivas al parásito. Otro resultado similar presentó Kashiwazaki *et al.* (2004), reportando mayor seropositividad en vacas (60%) que en becerros (20%).

De igual forma, Bartels *et al.*, (2006), encontraron que el riesgo de ser seropositivo incrementa con la edad. Esto puede deberse a la exposición postnatal de los bovinos con fuentes contaminadas con ooquistes esporulados del parásito. En cuanto a la raza del animal, los grupos *B. taurus* y *B. taurus* acebuado presentaron valores de seropositividad de 25,93% y 18,87% respectivamente, no encontrando diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre esta variable y la infección por *N. caninum* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Seropositividad a *Neospora caninum* según tipo racial y grupo de edad.

TIPO RACIAL	Nº animales muestreados	Nº animales seropositivos	%
mestizos <i>Bos taurus</i>	54	14	25,9
mestizos <i>Bos taurus</i> acebuados	159	30	18,9
GRUPOS DE EDAD			
0 a 5 meses	8	0	0,0
6 a 24 meses	53	8	15,1
> 24 meses	152	36	23,7

Este resultado coincide con el de Osawa *et al.* (2002) en Paraguay, quienes trabajaron con ganadería de carne y leche encontrando que la infección está presente en animales de ambos propósitos. Así mismo, Moore *et al.* (2003), encontraron una distribución similar entre los seroreaccionantes del grupo *B. taurus* y *B. indicus*, en la provincia de Corrientes, Argentina. Por último, del total de los 44 animales seropositivos a *N.caninum*, se obtuvo un 100% de seronegatividad a *T.gondii*, por la técnica de inhibición de la hemoaglutinación; estos datos se correlacionan con los de Dubey *et al.* (1998), quienes reportan que de 63 sueros positivos a *N.caninum*, solo tres reaccionaron a *T. gondii*; y en Tailandia, Suteeraparp *et al.* (1999), no encontraron reacción cruzada entre los antígenos de ambos parásitos en sueros de bovinos con infección natural a *Neospora* (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

El valor de seropositividad general de anticuerpos anti-*Neospora caninum* en las ocho fincas doble propósito examinadas en la región de Tucacas, estado Falcón correspondió a 20,66% en animales de rebaños semiestabulados con distintos grados de cruce *B. taurus* y *B. taurus* acebuados, con valores en ambos grupos de 25,93% y 18,87% respectivamente. En cuanto a la variable edad, la seropositividad fue aumentando proporcionalmente con la longevidad del animal. Con relación a la reactividad cruzada entre los antígenos de *N. caninum* y *T.gondii*, se determinó que ninguno de los animales seropositivos al primero, reaccionaron específicamente con los determinantes antigénicos del segundo. Se detectaron animales seropositivos a *N.caninum* en todas las fincas que se muestrearon.

LITERATURA CITADA

- Atkinson, R., R. Cook, L. Reddaclif, J. Rothwell, K. Broady, P. Harper and J. Ellis. 2000. Seroprevalence of *Neospora caninum* infection following an abortion outbreak in a dairy cattle herd. Aust. J. 78: 262-266.
- Bartels, C., J. Arnaiz, A. Ruiz, C. Björkman, J. Frössling, D. von Blumröder, F. Conraths, G. Schares, C. van Maanen, W. Wouda and L. Ortega. 2006. Supranational comparison of *Neospora caninum* seroprevalences in cattle in Germany, the Netherlands, Spain and Sweden. Vet. Parasitol. 137: 17-27.
- Bermúdez, V. 2001. Patología de la reproducción en la vaca. **En:** González-Stagnaro C. (Ed.). Reproducción Bovina. Fundación Girarz. Maracaibo, Venezuela. pp. 149-169.
- Corbellini, L., D. Driemeier, C. Cruz, L. Gondim and V. Wald. 2002. Neosporosis as a cause of abortion in dairy cattle in Rio Grande do Sul, southern Brazil. Vet.Parasitol. 103: 195-202.
- Costa, K., S. Santos, R. Uzeda, A. Pinheiro, M. Almeida, F. Araújo, M. McAllister and L. Gondim. 2008. Chickens (*Gallus domesticus*) are natural intermediate hosts of *Neospora caninum*. Int. J. Parasitol. 38: 157-159.
- Dubey, J. and D. Lindsay. 1996. A review of *Neospora caninum* and Neosporosis. Vet. Parasitol. 67: 1-59.
- Dubey, J., D. Lindsay, W. Jolley, R. Wills and A. McGuire. 1998. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. Int. J. Parasitol. 28: 1473-1478.

Cuadro 2. Determinación de reacción cruzada entre los antígenos de *Neospora caninum* y *Toxoplasma gondii*.

Nº Animales positivos a <i>N. caninum</i>	Hemoaglutinación Indirecta anti- <i>Toxoplasma gondii</i>	
	animales seropositivos	animales seronegativos
44	0	44

- .Dubey, J., S. Romand, M. Hilali, O. Kwok and P. Thulliez. 1998. Sero-prevalence of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Egypt. *Int. J. Parasitol.* 28: 527-529.
- Dubey, J. 1999. Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Vet. Parasitol.*, 84: 349-367.
- Dubey, J. 2003. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *Korean J. Parasitol.*, 41(1): 1-16.
- Dubey, J., D. Buxton and W. Wouda. 2006. Pathogenesis of bovine Neosporosis. *J. Comp. Pathol.* 134: 267-289.
- Dubey, J., G. Schares and L. Ortega-Mora. 2007. Epidemiology and control of Neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin. Microbiol. Rev.* 20: 323-367.
- Escalona, J., F. García, O. Mosquera, F. Vargas y A. Corro. 2010. Factores de riesgo asociados a la prevalencia de Neosporosis Bovina en el municipio Bolívar del estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 28(2): 201-211.
- García, F. 2000. Programa de Asistencia Técnica para el Diagnóstico y Control de Enfermedades Parasitarias de la Región Ganadera de Tucacas, estado Falcón. FCV-UCV. Mimeo.
- García, F., J. Escalona, J. Fernández y C. Suárez. 2003. Seropositividad a *Neospora caninum* en vacas lecheras con casuística de abortos en una finca del municipio Morán del estado Lara, Venezuela. VI Jornadas de Investigación. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Decanato de Ciencias Veterinarias. Barquisimeto estado Lara.
- García-Vazquez, Z., R. Rosario-Cruz, A. Ramos-Aragon, C. Cruz-Vazquez and G. Mapes-Sánchez. 2005. *Neospora caninum* seropositivity and association with abortions in dairy cows in Mexico. *Vet. Parasitol.*, 134: 61-65.
- Gondim, L., I. Sartor, M. Hasegawa and I. Yamane. 1999. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle in Bahia, Brazil. *Vet. Parasitol.* 86: 71-75.
- Gondim, L., M. McAllister, W. Pitt and D. Zemlicka. 2004. Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.* 34: 159-161. McAllister, M.;
- Jenkins, M., J. Caver, C. Björkman, C. Anderson, S. Romand, B. Vinyard, A. Uggla P. Thulliez and J. Dubey. 2000. Serological investigation of an outbreak of *Neospora caninum* associated abortion in a dairy herd in southeastern United States. *Vet. Parasitol.* 94: 17-26.
- Kashiwazaki, Y., R. Gianneechini, M. Lust and J. Gil. 2004. Seroepidemiology of Neosporosis in dairy cattle in Uruguay. *Vet. Parasitol.* 120: 139-144.
- León, E., A. Gullén, W. Aragort, F. García, G. Morales, L. Pino, E. Sandoval y C. Balestrini. 2007. Limitantes parasicológicas en rebaños doble propósito del Municipio San José de Guaribe (estado Guárico) y sur del estado Aragua. **En:** Espinoza, F. y Domínguez, C. (Eds.). I Simposio Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela. Valle de la pascua, Venezuela. pp. 177-194.
- Lista, D. 2004. Evidencia serológica de *Neospora caninum* en algunos rebaños bovinos de Venezuela. Trabajo de Grado para optar al título de Especialista en Reproducción Bovina. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo-estado Zulia.
- Locatelli-Dittrich, R., V. Soccol, R. Richartz, M. Gasino-Joineau, R. Vinnes and R. Pinckney. 2001. Serological diagnosis of Neosporosis in a herd of dairy cattle in Southern Brazil. *J. Parasitol.* 87: 1493-1494.
- Moore, D., M. Draghi, C. Campero, C. Cetrá, A. Odeón, E. Alcaraz and E. Späth. 2003. Serological evidence of *Neospora caninum* infections in beef bulls in six countries of the Corrientes province, Argentina. *Vet. Parasitol.* 114: 247-252.

- Morales, E., F. Trigo, F. Ibarra, E. Puente and M. Santacruz. 2001. Seroprevalence study of bovine neosporosis in Mexico. *J. Vet. Diagn. Invest.* 13: 413-415.
- Obando, C., M. Bracamonte, A. Montoya y V. Cadenas. 2010. *Neospora caninum* en un rebaño lechero y su asociación con el aborto. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 20(3): 235-239.
- Osawa, T. J. Wastling, L. Acosta, C. Ortellado, J. Ibarra and E. Innes. 2002. Seroprevalence of *Neospora caninum* infections in dairy and beef cattle in Paraguay. *Vet. Parasitol.* 110: 17-23.
- OPS. Organización Panamericana de la Salud. 1979. Nota Técnica No. 18. procedimientos para estudios de prevalencia en enfermedades crónicas por muestreo. Buenos Aires. 35 p.
- Romero, J. and K. Frankena. 2003. The effect of the dam-calf relationship on serostatus to *Neospora caninum* on 20 Costa Rican dairy farms. *Vet. Parasitol.*, 114: 159-171.
- Sanderson, M., J. Gay and T. Bazzler. 2000. *Neospora caninum* Seroprevalence and risk factors in beef cattle in the northwestern United States. *Vet. Parasitol.* 90: 15-24.
- Sandoval, S., R. Medina y S. Alfonso. 1989. Diagnóstico Sanitario de Rebaños de Doble Propósito en el Área: Bajo Tocuyo, estado Falcón. *Jornadas Técnicas. Serie Generalidades N° 89-1.* FONAIAP, Coro-Venezuela.
- Suárez, C. y J. Maldonado. (2012). Seropositividad a *Neospora caninum* en unidades de producción bovina del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 30(1): 35-41.
- Suteeraparp, P., S. Pholpark, M. Pholpark, A. Charoenchai, T. Chompoochan, I. Yamane and Y. Kashiwazaki. 1999. Seroprevalence of antibodies to *Neospora caninum* and associated abortion in dairy cattle from central Thailand. *Vet. Parasitol.* 86: 49-57.
- Thurmond, M. and S. Hietala. 1996. Culling associated with *Neospora caninum* infection in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 11: 1559-1562.

Efecto de la suplementación con diferentes dosis de grasa protegida sobre parámetros productivos y composicionales de la leche bovina

Effect of supplementation with different doses of protected fat on growth performance and compositional bovine milk

Carlos E. Rodríguez¹ y Diego F. Gómez²

¹Universidad Nacional de Colombia.

²Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Correo electrónico: diegoyamimvz@yahoo.com

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con 200g (T2) y 400g (T3) de grasa sobrepasante frente a un grupo control (T1) sobre los parámetros productivos (litros) y composicionales (grasa, proteína, sólidos no grasos, sólidos totales) de la leche bovina. Se trabajó con 12 vacas raza Holstein entre 2 y 4 partos cursando el segundo tercio de lactancia las cuales se distribuyeron en 3 grupos de 4 unidades, utilizando un diseño completamente al azar. El tiempo de suplementación fue de 60 días bajo pastoreo rotacional de kikuyu con adición de 1,5kg de concentrado vaca/ordeño con adición de grasa protegida (T2 y T3) realizando 10 muestreos sometiéndolos al analizador integral de leche Lactoscan® previamente calibrado y comparado con métodos estandarizados, para consignar dichos datos en tablas Excel y aplicando un Anova con el programas SPSS y un test de comparación de medias de Tukey. Los resultados revelan un aumento de la producción de 0,7L, 4,5L y 5,8L para el grupo control (T1), 200g/grasa (T2) y 400g/grasa (T3) respectivamente $P \leq 0,01$; para el porcentaje de grasa se mantuvo un valor de 2,1% (T1), 2,3%(T3) y 2,81% (T2) el cual mostró el resultado más satisfactorio con un aumento de 1,08% de grasa. Para proteína se encontró una depleción de T2 (-0,2%) y T3 (-0,52%) con un valor constante para T1 (3,1%), en sólidos no grasos se obtuvo un valor de 7,86% (T1), 7,7% (T2) y 7,41% (T3) $P \leq 0,01$; para sólidos totales valores de 10,04% (T1), 10,59% (T2) y 9,79 (T3).

Palabras clave: calidad, grasa sobrepasante, leche.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of supplementation with 200g (T2) and 400g (T3) of bypass fat compared to a control group (T1) on performance (liters) and compositional (fat, protein, solids-not-fat, total solids) of bovine milk, we worked with 12 Holstein cows between 2 and 4 births in her second lactation third of which were distributed into 3 groups of 4 units, using a completely randomized design. Supplementation time was 60 days under rotational grazing kikuyu with addition of 1.5kg of concentrate cow / milking protected fat addition (T2 and T3) carrying 10 samples comprehensive subjecting the milk analyzer previously calibrated Lactoscan® and compared to methods standardized, to record such data in Excel tables and applying an ANOVA with SPSS and comparison test of Tukey. The results reveal an increase in the production of 0.7L, 4.5L and 5.8L for the control group (T1), 200g/grasa (T2) and 400g/grasa (T3) $P \leq 0.01$ respectively, for the body fat percentage remained a value of 2.1% (T1), 2.3% (T3) and 2.81% (T2) which showed the most satisfactory result with an increase of 1.08% fat. For protein depletion was found T2 (-0.2%) and T3 (-0.52%) at a constant value for T1 (3.1%) in non-fat solids is obtained a value of 7.86% (T1), 7.7% (T2) and 7.41% (T3) $P \leq 0.01$, for total solids values of 10.04% (T1), 10.59% (T2) and 9.79 (T3).

Key words: quality, bypass fat, milk.

INTRODUCCION

En el correspondiente estudio se determinó el efecto de la suplementación con 200g/grasa y 400g/grasa sobre la producción y calidad composicional de la leche en vacas Holstein. Las nuevas tendencias mundiales en la producción agropecuaria, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena láctea y es a nivel de la finca en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad. Se define por calidad de la leche, a las características nutricionales y microbiológicas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes constituyentes químicos como: proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de las bacterias de la leche, presencia de microorganismos patógenos, de residuos de antibióticos y medicamentos (inhibidores); que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche. En épocas recientes, se ha hecho énfasis en la utilización de la grasa sobrepasante como una estrategia alimenticia para disminuir estos problemas, por ende se hace necesario generar un valor agregado al producto generado desde la finca con el objetivo de generar mayores rubros sin mayores implicaciones económicas.

Las cantidades de proteína, grasa y lactosa que son sintetizadas por la glándula mamaria dependen de las cantidades de los substratos que son suministradas por la sangre. Los substratos primarios para la síntesis de la leche entera son: el acetato, el butirato y los ácidos grasos de cadena larga (para la síntesis de la grasa), los aminoácidos (para el síntesis de la proteína) y glucosa (para el síntesis de la lactosa). La lactosa regula la osmolalidad de la leche y su concentración en la leche casi no cambia. Por lo tanto, el volumen de leche es determinado casi completamente por el suministro de glucosa a la glándula mamaria para la síntesis de la lactosa. La glucosa es sintetizada por el hígado, y su síntesis depende del suministro del propionato que viene principalmente de la fermentación de los almidones y los azúcares en el rumen.

Por lo tanto, el volumen de leche es altamente dependiente de la cantidad del almidón fermentado en el rumen.

La grasa de la leche se cambia fácilmente, entre los factores que pueden afectar la cantidad y la composición de la grasa de la leche se encuentran; la cantidad y calidad de la fibra, la proporción del forraje al concentrado, el sitio y la tasa de degradación del almidón, composición de los ácidos grasos y, en el caso de grasas protegidas, el grado de protección contra el rumen y su digestibilidad.

Por muchas razones biológicas, es más difícil de cambiar la proteína de la leche, el consumo de energía, la suplementación con grasa y el tipo de proteína pueden influenciar el contenido de proteína de la leche (Duque, 2011). En general, la alimentación con grasas reduce el contenido de proteína de la leche (Chilliard, 2001). La proteína microbiana domina el suministro de la proteína que está disponible para la digestión en el intestino.

La ración debe proveer la cantidad correcta de la proteína degradable para la población microbiana y también la cantidad correcta de la proteína (aminoácidos) de sobrepaso siendo muy difícil realizar este equilibrio perfectamente. También, antes de que los aminoácidos puedan ser utilizados para sintetizar la leche, ellos deben ser absorbidos del intestino, deben pasar a través del hígado, y deben ser absorbidos por la glándula mamaria; debido a este gran número de pasos, es difícil realizar un equilibrio perfecto de los aminoácidos para la síntesis de la proteína de la leche y sus diferentes compuestos (Lake *et al.*, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental "Tunguavita" de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en el municipio de Paipa, Departamento de Boyacá, a una altura de 2.590 m.s.n.m., altitud 05° 45'N, longitud 73° 45'oeste, temperatura promedio de 14,3°C, humedad relativa del 78% y precipitación promedio de 705,9 mm³/año. El ensayo fue desarrollado con 12 vacas Holstein

en producción las cuales se sometieron a una suplementación con diferentes dosis (100-200g/vaca/día) de grasa protegida. Para la ejecución, el proyecto se dividió en tres fases. Se seleccionarán los animales que ingresaron al proyecto de acuerdo a su etapa de lactancia y se repartieron aleatoriamente en tres grupos de 4 animales cada uno.

Se suministraron dos dosis de grasa protegida donde un grupo experimental recibió 200g, otro 400g con la inclusión de un tercer grupo o control que no se le suministró grasa Protegida (Megalac E® Arm y Hammer, USA), en seguida se procedió a realizar los muestreos de leche para el análisis de laboratorio de perfil de ácidos grasos y calidad composicional. Se evaluaron estadísticamente los resultados y se determinaron las diferencias entre cada uno.

Animales

Se trabajó con 12 vacas de raza Holstein, multíparas, cursando el segundo tercio de lactancia ya que en esta etapa el consumo de materia seca de todos los animales es del 3,2%, garantizándose homogeneidad. El total de los animales se dividió aleatoriamente en tres grupos experimentales sobre los que se probaron los dos niveles de inclusión de grasa junto con un testigo o control. Las vacas se manejaron en el hato, bajo el sistema de rotación de praderas con adición de concentrado a razón de 0,5, 1,5 y 3,5kg/vaca/ordeño incluyendo sal mineralizada.

Dietas

Se balanceo una ración isoproteica e isoenergética con un contenido del 341g PC y 13,2 Mcal acorde al análisis nutricional de cada una de las materias (Cuadro 1).

-Dieta Control: 3,5kg de concentrado/vaca/ordeño.

-Dieta 2: 1,5kg de concentrado con inclusión de 100g de grasa protegida/vaca/ordeño

-Dieta 3: 0,5kg de concentrado con inclusión de 200g de grasa protegida/vaca/ordeño

Recibieron la dieta de forma individual para garantizar el consumo total de la ración; esta actividad se llevó a cabo durante el ordeño de la mañana y tarde. El estudio tuvo una duración de 60 días, tiempo suficiente para la determinación de la influencia de cada una de las dietas sobre la calidad composicional de la leche (Lor y Hoover, 2003). Del tiempo de estudio, 7 días se manejaron como tiempo de acostumbamiento a las dietas y los restantes treinta días (53) fueron de experimentación.

-Frecuencias de muestreos (M). Para la determinación de los parámetros a evaluar, se realizaron los muestreos cada 7 días en un periodo de 60 días.

Parámetros a Evaluar

Producción de leche diaria, expresada litros/día: para la obtención de los datos se tomaron de los ordeños de mañana y tarde, y los datos fueron organizados respecto a la identificación de cada animal, producción diaria y dieta suministrada consolidándose un promedio semanal para cada grupo.

Calidad composicional de la leche (porcentaje de proteína, porcentaje de grasa en leche, sólidos totales y sólidos no grasos): se recolectaron muestras de 40ml leche/vaca, en pots, debidamente rotulados; transportándolos a una temperatura de 4°C. El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio Animalab, por medio del analizador integral de leche LACTOSCAN

Cuadro1. Composición nutricional del alimento balanceado comercial y grasa sobrepasante.

Alimento	MS %	PB %	FB %	EM (MJ/kg de MS)	EE %
Concentrado comercial	87	18	12	3,05	2,5
Grasa Sobre pasante	-	2,6	-	27,28	Ácido linoleico: 42% Ácido linolenico: 2,7%

S® (Milkotronic, Bulgaria) previamente calibrado y comparado son métodos estandarizados. Los resultados se consignaron en hojas de cálculo de Microsoft Excel para llevar un registro detallado en cada uno de los muestreos.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se manejó un diseño completamente al azar; cada dato de los parámetros evaluados en el proyecto se consignaron en tablas Excel, indicando la procedencia de cada uno (Número de la vaca y tipo de dieta suministrada); los datos fueron analizados estadísticamente en el programa SPSS para Windows versión 11,5 de 2002, las diferencias estadísticas se determinaron mediante el test de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de Leche-Volumen

Como se evidencia en la Figura 1 la dieta a base de 200g/grasa tiende a aumentar la producción de leche en mayor proporción con respecto a la dieta 400g/grasa y la dieta control con diferencias estadísticas significativas $P \leq 0,01$, es así que durante el tiempo de suplementación a partir de la 4ta semana tanto la dieta 400g/grasa como 200g/grasa tienden a separarse del

promedio de producción con respecto al grupo control $P \leq 0,05$ alcanzando picos superiores $P \leq 0,01$ a la semana 10 con respecto al control.

Se encontró que progresivamente en la dieta control existe un leve aumento en el volumen de leche donde para el primer muestreo se obtuvieron valores de 8,3 litros para finalizar con valores de 9 litros y una media de 9,16 litros, por ende se infiere un aumento de 0,7 litros de leche atribuible al avance del periodo de lactación mas no a un manejo nutricional, en tanto para la dieta de 200gm/grasa se aprecia un aumento de 4,5 litros con respecto a la primera medición (semana 1= 9,5 l-semana 10= 14l) con un promedio de 12,67 l resultados que se asemejan a lo visto con la dieta de 400mg/grasa donde se revela un aumento de 5,8l con respecto a la primera medición (semana 1= 8l-semana 10= 13,8l, Cuadro 2) con un promedio de 11,64l; acorde a esto podemos decir que la dieta con mejor comportamiento e incidencia en la producción láctea es la de 400gm de inclusión puesto que generó un aumento de 5,8litros; esto concuerda con diferentes estudios los cuales coinciden en que la suplementación con grasas protegida se incrementa la producción de leche aproximadamente en un 10%, además de que se aumenta el porcentaje de grasa y lactosa (Calvopiña y Leon, 2007) (Salvador, 2009); mientras que para la proteína los resultados difieren mostrando incremento en

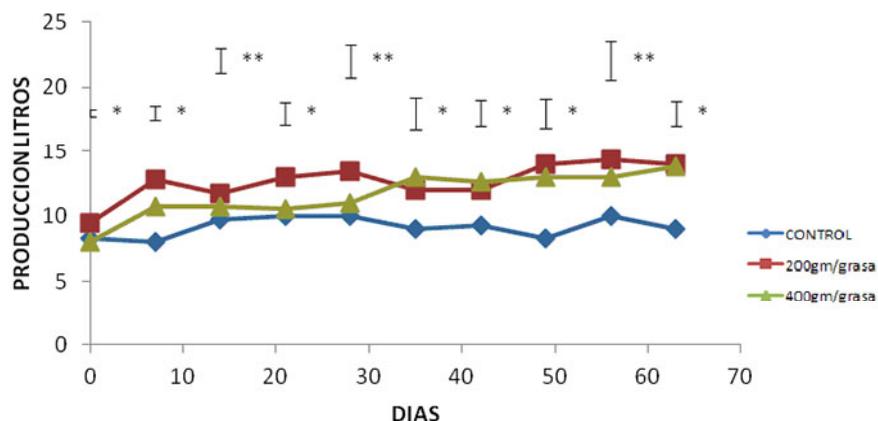


Figura 1. Producción de leche (litros). Los valores de producción de leche fueron corregidos al 4% de grasa mediante la fórmula $FCL = 0.4 \times \text{Kg. de leche} + 15 \times \text{Kg. grasa}$ (NRC, 1989).

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

Cuadro 2. Producción de leche (L), grasa (%), proteína (%), sólidos grasos (%) y sólidos no grasos en leche durante las 10 semanas de suplementación para el grupo control, adición de 200g/grasa y 400g/grasa.

	GRASA %			PROTEÍNA %			SÓLIDOS NO GRASOS %			SÓLIDOS TOTALES %			PRODUCCIÓN (LITROS)							
	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	N.SIG	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES	C (T1)	200g (T2)	400g (T3)	A.ES				
M1	2,1	2,32	2,38	**	3,05	3,3	3,2	ns	8	8,31	8,18	ns	10,1	10,63	10,56	**	8,3	9,5	8	*
M2	2,1	2	2,6	*	3	3,3	2,9	*	7,94	8	8	ns	10,04	10	10,6	**	8	12,75	10,75	*
M3	2,5	2,5	2,8	ns	3,1	3,0	2,8	**	7,49	8,4	7,3	*	9,99	10,9	10,1	*	9,75	11,75	10,75	**
M4	2	2,5	2,2	**	3,2	3,1	2,81	*	8	7,54	7	*	10	10,04	9,2	*	10	13	10,5	*
M5	2,2	3,4	2,5	*	3	3,1	2,8	*	8	7	7,59	*	10,2	10,4	10,09	ns	10	13,4	11	**
M6	2	2,8	2,2	*	3,2	3	2,6	*	8,3	7,9	7,05	*	10,3	10,7	9,25	*	9	12	13	*
M7	2	3,1	2,1	*	3,4	3	2,74	*	8,09	7,05	7	*	10,09	10,15	9,1	*	9,3	12	12,6	*
M8	2,32	3	2,3	*	3,1	2,9	2,5	*	7,50	8	7,6	ns	9,82	11	9,9	*	8,3	14	13	*
M9	2,5	3,2	2,3	*	3	3	2,6	*	8	8,1	7,5	ns	10,5	11,3	9,8	*	10	14,3	13	**
M10	2,1	3,4	2,3	*	3	3,1	2,68	*	7,3	7,50	7	ns	9,4	10,9	9,3	*	9	14	13,8	*
PROM	2,1	2,81	2,3		3,1	3,08	2,76		7,86	7,7	7,41		10,04	10,59	9,79		9,16	12,67	11,64	

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$ **Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$ ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

N.SIG= Nivel de significancia

algunos experimentos, manteniéndose igual o disminuyendo para otros.

Los efectos en la inclusión de 0,5 Kg de grasa (Schneider, 1988) produjo un incremento de un 9,12% y 11% en producción de leche en hatos de Holstein y Jersey respectivamente, con una diferencia promedio de 1,94 Kg de leche entre los animales con y sin acceso a la grasa, tras la suplementación también ser reportan aumento entre 0,45 y 0,77 Kg/día que ha sido ampliamente informado en la literatura con animales estabulados y bajo condiciones templadas con incrementos de 1,2 y 1,7 Kg leche/animal/día; y 2,8 Kg con suplementos altos en proteína (Robb y Chalupa, 1987). Se ha señalado que el suministro de 0,5 kg de grasa (Grummer, 1991) aumentaba la producción de leche corregida en energía en 1,3 kg con novillas y en 2,8 kg con vacas adultas.

Grasa

Para el porcentaje de grasa en leche (Figura 2) se observa un aumento con la inclusión de 200g/grasa con respecto al grupo control y 400g/grasa estableciéndose diferencias estadísticas significativas $P \leq 0,01$, a medida que avanza el ensayo a pesar de que el porcentaje de grasa para la dieta 400g/grasa aumenta durante las 3 primeras semanas con respecto a la dieta control y 200g/grasa $P \leq 0,01$ posteriormente sus niveles

hasta mantenerse con la misma tendencia del grupo control con un repunte en grasa para el grupo 200g/grasa $P \leq 0,01$.

En la dieta control no hay una variación en el porcentaje de grasa manteniéndose en niveles promedio de 2,1%; por otro lado al suplementar con 100gm/grasa encontramos un aumento del 1,08% con respecto al primer muestreo (semana 1= 2,32%, semana 10= 3,4%, Cuadro 2) con una media total del 2,81% lo cual concuerda con los resultados revelados (Palmquist y Jenkins, 1980) quienes aseguran que cuando los animales se alimentan con ingredientes altos en grasa, se incrementa en el plasma el contenido de lipoproteínas de baja densidad, que se transportan a la glándula mamaria, donde disminuye la síntesis de ácidos grasos de cadena corta y consecuentemente se produce un cambio en la composición de la grasa, por lo que la secreción de grasa total se incrementa en la leche, lo que corresponde a una respuesta similar a la encontrada por (Calvopiña y Leon, 2007) quien logró un incremento de grasa de 2,3 g/100 ml de leche en una suplementación de Mezcla forrajera + Pasto de corte + Balanceado (1 kg por cada 4 l de leche) + sal mineralizada + 200 g de grasa sobrepasante+ 200 gr de panela + agua.

Otro mecanismo que justifica el aumento del porcentaje de grasa indica que la grasa

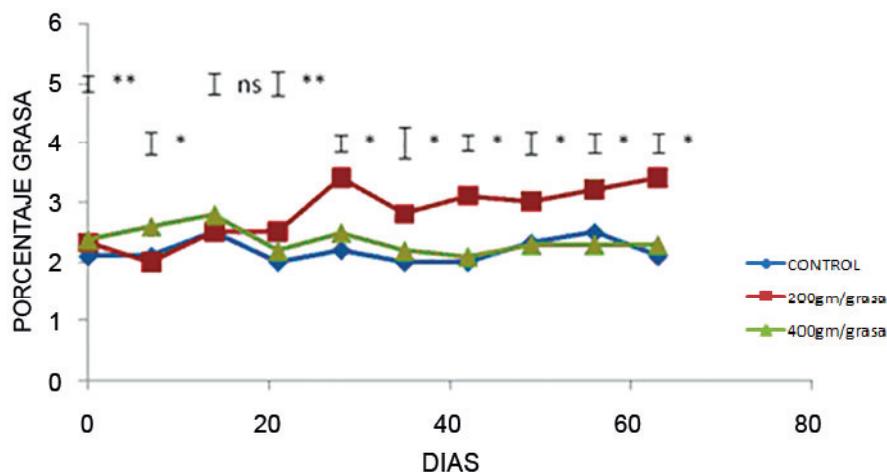


Figura 2. Porcentaje de grasa en leche (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

sobrepasante suministrada tiene un alto contenido en ácidos grasos de cadena larga y este tipo de ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático dirigiéndose a la glándula mamaria o a los tejidos sin pasar por el hígado (Duque *et al.*, 2011), igualmente también se ha encontrado una relación positiva de 0,38 unidades porcentuales de grasa láctea/kg de grasas suplementada en 50 experimentos en los cuales se optimizó la calidad composicional de la leche con respecto a la grasa (Eastridge, 2002).

En el caso de la dieta con 400gm/grasa se observa valores constantes durante el periodo de suplementación de 2,3% con un leve descenso de los mismos en ciertos puntos del ensayo, lo cual coincide con (Chilliard y Ferlay, 2004), la reducción del contenido y la producción de grasa láctea cuando se añaden fuentes de grasa protegida a la dieta de vacas, se ha relacionado con el consumo de materia orgánica fermentable; o la depresión de la digestión ruminal de las paredes celulares (Palmquist y Jenkins, 1980). En ambos casos se reduce la disponibilidad de acetato y betahidroxibutirato para la síntesis de novo de ácidos grasos en la glándula mamaria (Chilliard *et al.*, 2001).

Otras causas propuestas para justificar los efectos negativos observados en respuesta a la inclusión de fuentes de grasa en la dieta de vacas han sido, inhibición de la actividad de la Acetil CoA, Carboxilasa mamaria por los ácidos grasos preformados o los ésteres acil-CoA (Vernon y Flint, 1988); ineficiente incorporación de los ácidos grasos poliinsaturados (Hansen y Knudsen, 1987) y los isómeros trans (Gaynor, 1994) durante la acilación del glicerol; captación mamaria reducida de los ácidos grasos de cadena larga en presencia de AGPI de 20 y 22 carbonos, posiblemente debida a la inhibición de la lipoproteinlipasa (Storry, 1974); o competencia por el lugar de acilación en el glicerol (Hansen y Knudsen, 1987) (DePeters, 2001).

Aunque el efecto de la grasa no protegida sobre el porcentaje de grasa de la leche se creyó que era debido a los efectos sobre la digestión de la fibra en el rumen y la relación acético: propiónico ruminal (Palmquist & Jenkins, 1980), actualmente va cobrando importancia la hipótesis de que es la formación ruminal de isómeros trans 11 18:1 lo

que induce el efecto inhibitorio más fuerte sobre el contenido en grasa de la leche (Gaynor *et al.*, 1994)(Wonsil, 1994). El mecanismo de actuación de los t 18:1 se desconoce.

Proteína

A pesar de que la diferencia estadística mínima es corta se observa que para el porcentaje de proteína (Figura 3) el grupo 200g/grasa y 400g/grasa tiende a descender con respecto al grupo control $P \leq 0,01$, destacándose una mayor depleción para la inclusión de 400g/grasa $P \leq 0,01$, sin embargo al final del ensayo para la dieta 200g/grasa el porcentaje de proteína tiende a mantener valores estables $P \leq 0,01$. En los correspondientes niveles de inclusión para el porcentaje de proteína se encontró que en la dieta control no se presenta mayor variación en el tiempo con un promedio de 3,0 a 3,3% correspondiendo a los valores normales para la especie bovina (raza Holstein 3,0-3,4%) según estudios del instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera de la Universidad de Wisconsin.

Para el caso de la suplementación con 200gm/grasa se observa un descenso de 0,2% de proteína comparando la muestra final con respecto al primer muestreo (semana 1= 3,3%, semana 10= 3,1, Cuadro 2) y un valor promedio de 3,08% que se adapta a los rangos emitidos por el Instituto Babcock.

Por otro lado en la dieta con 400gm/grasa se revela un descenso de 0,52% de grasa, ya que para la semana 1 se encuentran valores de 3,2% llegando a 2,68% en la semana 10 y un promedio total de 2,76%, el mecanismo exacto determinante de esta reducción es desconocido aunque se proponen como factores: efecto de dilución al incrementar la producción de leche; a una reducción en la disponibilidad de proteína por el efecto de la grasa sobre el crecimiento bacterial, así como también con una reducción en la síntesis de proteína microbiana, debido a la disminución en la disponibilidad de almidón en la ración y a una deficiencia de glucosa, como resultado de la sustitución de energía proveniente de los carbohidratos (Wu y Huber, 1994), la disminución en el porcentaje de proteína también se ha atribuido a la mayor síntesis de lactosa y un efecto de dilución provocado por el

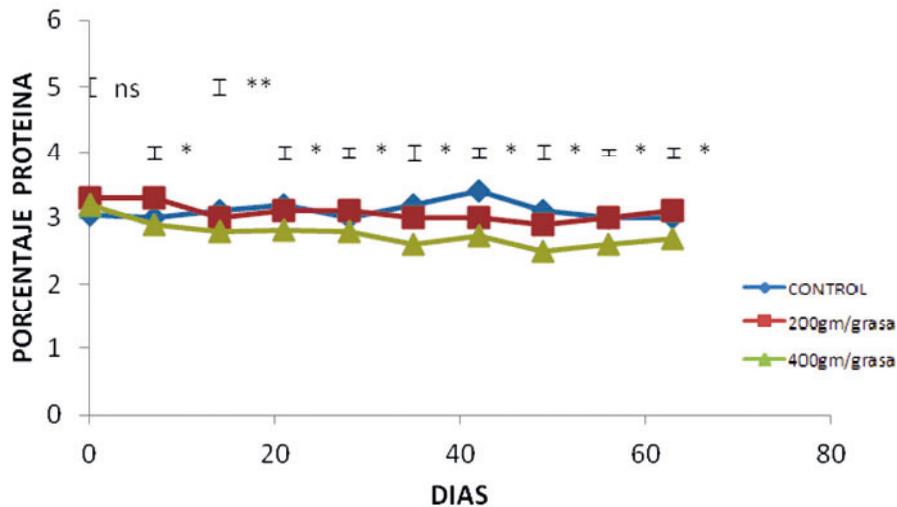


Figura 3. Porcentaje de Proteína (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

incremento en el volumen de la leche y solo se presenta cuando la suplementación excede los 400gr/día (Duque *et al.*, 2011).

Aunque se desconocen las bases fisiológicas que explican el descenso del porcentaje de proteína de la leche, sí se sabe que equilibrando el consumo de proteína, especialmente de lisina y metionina digestibles, se minimiza este problema (Canale, 1990). Aunque el suministro de grasa no disminuye la síntesis de proteína microbiana total (Stern, 1994), dicha síntesis puede disminuir si es menor el consumo de materia seca, lo que estaría relacionado con la reducción del contenido en proteína de la leche según (Wu y Huber, 1994). Estos valores, posiblemente, también estén relacionados a la degradación de la proteína aportada tras el suministro en dietas ricas en lípidos, especialmente aquellos no protegidos.

De esta forma, si los lípidos no son completamente inertes a nivel ruminal, y sobre todo cuando los AG son insaturados, se pueden producir efectos negativos sobre la fermentación ruminal, con disminución en la digestibilidad de la fibra (Doreau, 1994). Ante un posible efecto negativo del aporte de lípidos no protegidos adecuadamente podría esperarse, junto con una menor digestión ruminal de la FDN, un aumento en las proporciones de ácido propiónico (C3), una disminución en la proporción de ácido

acético (C2) y de ácido butírico y una menor concentración total de AGV. Estos efectos a nivel ruminal resultan predisponentes a una disminución del consumo, de la producción de leche y del tenor proteico de la misma (Palmquist y Jenkins, 1980).

Otros informes del instituto Babcock-Madison E.U aseguran que la producción de leche es maximizada cuando los lípidos forman 5% de la materia seca de la dieta. Más lípido en la dieta usualmente reduce la proteína en la leche por 0,1%. Además un exceso de lípidos puede reducir la ingestión de alimentos, producción de leche y la composición de la grasa en la leche.

Sólidos no Grasos

Para el porcentaje de sólidos grasos durante las primeras semanas (Figura 4) para el grupo control, 200g/grasa y 400g/grasa se observa una tendencia similar $P \geq 0,05$, sin embargo durante las siguientes 6 semanas de suplementación el grupo control posee un mejor comportamiento $P \leq 0,01$ siendo muy variable para los grupos a base de grasa protegida para finalmente alcanzar una tendencia similar al grupo control sin significancia estadística $P \geq 0,05$.

En los correspondientes niveles de inclusión para el porcentaje de sólidos no grasos se encontró que en la dieta control existe una disminución de

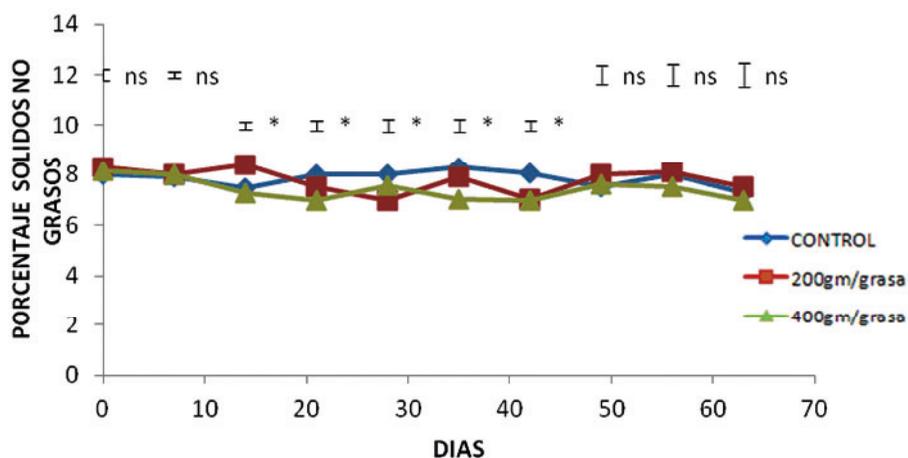


Figura 4. Porcentaje Sólidos no grasos en leche (%)

*Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$

**Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$

ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

0,7% al final del ensayo (semana 1= 8%, semana 10= 7,3%, Cuadro 2) con un promedio de 7,86% encontrándose por debajo de los valores normales (8,7%-9,01%), para el caso de la dieta de 200g/grasa se observa una reducción de 0,81% comparando el primer y último muestreo, con un promedio total de 7,7%, con similar comportamiento al de la dieta con 400mg/grasa donde se denota una reducción de 1,18%, con un promedio total de 7,41% lo que corresponde al valor más bajo encontrado, siendo esto proporcional a la disminución del porcentaje de proteína, puesto que los sólidos no grasos están compuestos por proteínas (mayoritariamente caseína), lactosa (azúcar) y sales minerales (calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro, etc.).

Además de la correlación existente entre sólidos no grasos y proteína por el efecto de dilución al aumentar la producción láctea, baja disponibilidad de lactosa o reducida síntesis microbial también se sugiere que los componentes de la leche sufren variaciones en el transcurso de la lactación, encontrándose un nivel mínimo de sólidos no grasos en el segundo mes de lactación, seguido por un aumento constante hasta el octavo mes, Produciéndose luego un incremento acentuado y brusco durante el noveno y décimo mes. También se ha encontrado una disminución aproximada del 0,12% de la cantidad de sólidos no grasos por cada lactancia sucesiva (Johnson, 1981).

Sólidos Totales

Los sólidos totales para el grupo 200g/grasa presenta el mejor comportamiento $P \leq 0,01$ (Figura 5) aumentando sus valores durante el periodo de suplementación, sin embargo el grupo 400g/grasa posee una tendencia a la baja desde la 3 semana $P \leq 0,01$ alcanzando valores similares al tratamiento control terminando con el porcentaje de sólidos totales más bajo $P \leq 0,01$ con respecto al grupo control y 200g/grasa.

Se encontró que en la dieta control se produjo una reducción de 0,7% con respecto al primer muestreo (semana 1= 10,1%, semana 10= 9,4%, Cuadro 2) con un valor promedio de 10,04%, lo cual representa un comportamiento similar al obtenido con la inclusión de 400g/grasa donde se revela una reducción de 1,26% (semana 1= 10,56%, semana 10= 9,3%) atribuible al efecto de dilución para el caso de la grasa protegida al verse aumentada la producción de leche.

A pesar de ello se observó que para el caso de 200g/grasa aumento el contenido de sólidos totales en un 0,27% (semana 1=10,63%, semana 10= 10,9%), por lo cual es posible relacionar la variación en la calidad composicional de la leche con la dosis de la grasa suplementada a pesar de que, se nota un claro aumento en la producción total de sólidos, ya que la concentración disminuye, pero la producción de leche es mayor.

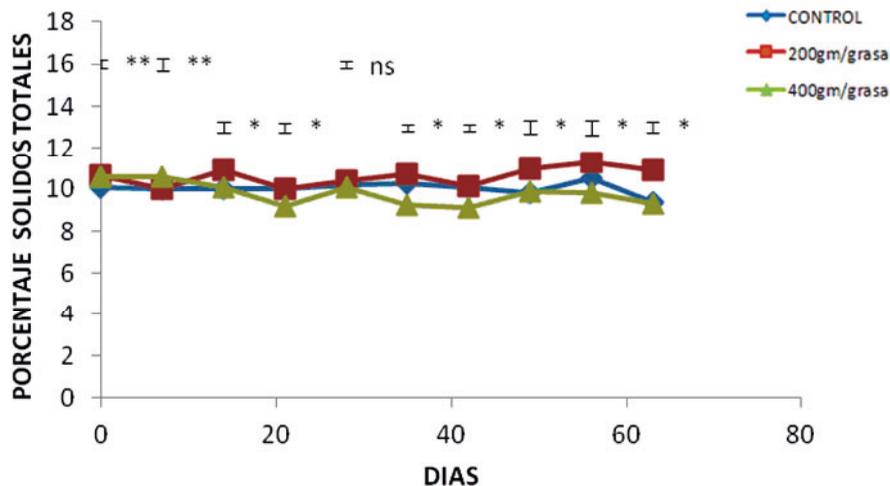


Figura 5. Porcentaje sólidos totales en leche (%)
 *Diferencias estadísticas significativas al 1% $P \leq 0,01$
 **Diferencias estadísticas al 5% $P \leq 0,05$
 ns= No significativo ($P \geq 0,05$)

En general (Schroeder, 2004), sustentan que la suplementación con grasa a la dieta parece aumentar la producción de leche de las vacas alimentadas con pastos de alta calidad. La respuesta a la suplementación con grasa depende en gran medida del tipo de grasa/dosis suplementada y la etapa de lactancia. Se plantea que los mayores y mejores efectos en la utilización de grasas sobrepasantes se logran en el primer tercio de lactancia (hasta 120 días después del parto). Estos aumentos en la producción de leche pueden estar relacionados con una mejor utilización de la energía en lugar de un aumento de la ingestión energética (Coopock, 1991).

CONCLUSIONES

La inclusión de 200g/grasa protegida en la ración diaria de vacas en hato genera un aumento en la producción láctea proporcional a la inclusión de 400g/grasa, por lo cual se genera un aumento del 8% en el volumen obtenido. El porcentaje de grasa con la adición de 200g/grasa genera un aumento de 0,8 unidades porcentuales de grasa láctea y por ende en sólidos totales. Al observar los niveles de proteína (%), se evidencia una disminución de la misma sin importar la cantidad de grasa protegida incluida, esto debido al efecto de dilución provocado por el incremento

del volumen de leche, encontrándose el mismo comportamiento para sólidos no grasos debido a la correlación existente entre estas dos variables y el transcurso de la lactancia.

LITERATURA CITADA

- Calvopiña, A. y V. Leon. 2007. Estudio de la suplementación de tres niveles de grasa sobrepasante en la alimentación de vacas lactantes Holstein friesian, Aloasi-Pichincha. *Rumipamba*, 1-12.
- Canale, C. 1990. Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 135-141.
- Chilliard, Y. and A. Ferlay. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod. Nutr. Dev.*, 467-492.
- Chilliard, Y., A. Ferlay and M. Dolan. 2001. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *Prod. Anim.*, 323-335.
- Coopock, C. 1991. Feeding whole cotton seed and cottonseed meal to dairy and beef

- cattle. *Proc. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle*, 38-43.
- DePeters, J. 2001. Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. *J. Dairy Sci.*, 929-936.
- Dhiman et al, T. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets in linoleic acid. *J. Dairy Sci.*, 1016-1027.
- Doreau, M. 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 379-396.
- Duque, M., M. Olivera y R. Rosero. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa. *Rev Colomb Cienc Pecu*, 74-82.
- Eastridge, M. 2002. Effects of feeding fats on rumen fermentation and milk composition. *Department of Animal Sciences .The Ohio State University*, 12.
- Funston, R. N. 2004. Fat supplementation and reproduction in beef females. *J Anim Sci*, 154-161.
- Gaynor, P., R. Erdman, B.Teter y J. Sampugna. 1994. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 157-165.
- Grummer, R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 3244-3257.
- Hansen, H. y J. Knudsen. 1987. Effect of exogenous long-chain fatty acids on individual fatty acid synthesis by dispersed ruminant. *J. Dairy Sci.*, 1350-1354.
- Jhonson, K. 1981. Effect of some environmental factors on the fat and solids not-fat content of cow's milk. *J Dairy Sci*, 650-658.
- Lake, S. L., E. J. Scholljegerdes, V. Nayigihugu, C. M. Murrieta a R. L. Atkinson. 2006. Effects of body condition score at parturition and postpartum supplemental fat on adipose tissue lipogenic activity of lactating beef cows. *J. Anim. Sci*, 397-404.
- Loor, J. and W. Hoover. 2003. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids in continuous culture fermenters during digestion of orchardgrass or red clover with three levels of ground corn supplementation. *Journal of animal science*, 1611-1627.
- Palmquist, D. and T. Jenkins. 1980. Fat in Lactation Rations: Review. *J. Dairy Sci*, 1-14.
- Robb, E., and W. Chalupa. 1987. Lactational responses in early lactation to calcium salts of long-chain fatty acid. *J. Dairy Sc*, 220-229.
- Salvador, A. 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Trop.*, 285-298.
- Schneider, P. 1988. Feeding Calcium Salts of Fatty Acids to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 2143-2150. (s.f.).
- Schneider, P. 1988. Feeding Calcium Salts of Fatty Acids to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 2143-2150.
- Schroeder, G. 2004. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livest. Prod. Sci*, 1-18.
- Stern, M. D. 1994. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 2762-2786.
- Storry, J. 1974. Effects of free and protected forms of codliver oil on milk fat secretion in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 1046-1049.
- Vernon, R. and D. Flint. 1988. Lipid metabolism in farm animals. *Proc. Nutr. Soc*, 287-293.
- Wonsil, B. 1994. Dietary and ruminally derived trans-18:1 fatty acids alter bovine milk lipids. *J. Nutr*, 556-565.
- Wu, Z. and J. Huber. 1994. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows. *Rev. Livest. Prod*, 141-155.

Parámetros fisicoquímicos de calidad de la jalea real elaborada por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), en Colombia

Physicochemical parameters of quality of royal jelly produced by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), in Colombia

^{1,2}Guillermo Salamanca Grosso, ¹Mónica Patricia Osorio Tangarife y ¹Laura María Reyes Méndez

¹Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Fisicoquímicas de Alimentos. ²Universidad del Tolima Ibagué Tolima. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. Colombia A.A 546. Correo electrónico: salamancagrosso@gmail.com

RESUMEN

La jalea real es un producto natural elaborado por las abejas nodrizas de *Apis mellifera* que marca la dinámica productiva al interior de la colmena. En este trabajo, se han estudiado los parámetros fisicoquímicos indicadores de calidad de la Jalea real (JR) elaborada por *Apis mellifera* L. en Colombia, generando directrices de calidad que contribuyan a los procesos de normalización de este importante producto de la colmena. Se evaluaron 13 muestras de (JR) de abejas con perfil africanizado (A) y europeo (E), sobre los parámetros fisicoquímicos de humedad, actividad de agua, lípidos, proteína, cenizas, sólidos totales y conductores disueltos, pH, acidez, conductividad eléctrica, glucosa, ácido 10-hidroxi-2-decenoico, densidad, actividad antirradicalaria, propiedades térmicas, caracterizaciones por electroforesis, infrarrojo y calorimetría diferencial de barrido, viscosidad, pruebas microbiológicas y sensoriales. La JR es ligeramente densa 1,112 a 1,114 g mL⁻¹, humedad entre 62,34 y 64,02 g/100g, presenta carácter ácido 3,40 a 3,60 meq/kg. El marcador característico es el ácido 10-hidroxi-2-decenoico, cuyos valores están entre 3,10 y 3,34 g/100 g, proteína de 12,7 a 13,8 g/100g. Capacidad calorífica (3,460±0,01 a 3,420±0,05) kJ/kg°K; conductividad térmica 0,490±0,02 y 0,482±0,06 W/m. El perfil de calorimetría diferencial, presenta dos endotermos uno a 37,54°C y 67,13°C propios de proteínas globulares simples, el análisis de electroforesis revela bandas 55,4 y 66,3 Kda. Las propiedades mecánicas de la JR, indican que el producto exhibe comportamiento de fluido pseudoplástico y tixotrópico. El trabajo realizado contribuye al establecimiento de valores guía a manera de estándares de calidad para el producto que se comercializa en Colombia.

Palabras clave: *Apis mellifera* L. Control de Calidad. Jalea real. Propiedades Fisicoquímicas.

Recibido: 23/12/13 Aprobado: 10/09/14

ABSTRACT

Royal jelly is one of the most important beehive products because of its pharmaceutical properties for humans. Royal jelly is a thick, milky substance secreted from the hypopharyngeal and mandibular glands of young worker honeybees of *Apis mellifera* L. and is used to feed the larvae. The aim of the present study has been the analysis, composition and identification of physicochemical properties of fresh royal jelly (RJ) elaborated by *Apis mellifera* L., as guidelines that contribute to quality control and standard of this bee hive product in Colombia. 13 samples of each of RJ were evaluated in African (A) and European (E) productive beekeeping system in Colombia. Moisture, water activity, lipids, protein, ash, total solids, acidity, pH, electrical conductivity, total dissolved solids, glucose, 10-Hydroxy-2-decenoic acid, density, DPPH scavenging activity, thermal properties and differential scanning calorimetry, infrared spectra and electrophoresis profile, microbiological and sensory analysis were made. Samples are slightly dense 1,112 to 1,114 g mL⁻¹, moisture 62,34 to 64,02 g/ 100g, JR presents acid nature 3,40 to 3,60 meq/kg. Molecular marker is 10-Hydroxy-2-decenoic acid whose values are 3,10 to 3,34 g/100 g, protein of 12,7 to 13,8 g/100g. Heat capacity 3,460±0,01 to 3,420±0,05, kJ/kg°K; thermal conductivity 0,490±0,02 and 0,482±0,06 W/m. Thermal analysis show characteristic signals in 37,5 and 67,1°C; electrophoresis with 55,4 y 66,3 Kda signals as a components globular proteins. JR exhibits pseudoplastic thixotropic behavior. This research is contributive to guidelines of commercial product in Colombia.

Key words: *Apis mellifera* L. Royal jelly. Physicochemical properties. Quality control.

INTRODUCCIÓN

La jalea real (JR), es un producto natural de origen endógeno secretado desde las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de abejas nodrizas de colonias de *Apis mellifera* L., entre 5 y 14 días de edad, que la elaboran para el sostenimiento de las larvas al interior de la colmena y principalmente en la alimentación selectiva de la reina, por trofalaxis, se distribuye entre los individuos de la colonia, (Oršolić, 2013; Ballesteros y Vásquez, 2007; López, 2004; Lercker, 2003; Araujo y Echazarreta, 2001).

La JR, exhibe propiedades terapéuticas, clínicas, biológicas y nutricionales que son excepcionales de las cuales deriva un atractivo comercial para la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, los cuales han propiciado el desarrollo de nuevos productos y con ello la importación a países donde la producción es insuficiente para satisfacer la demanda interna (Bloodworth, *et al.*, 1995). La JR se percibe como un producto de origen animal intermediario (PAI) y base para el desarrollo de nuevos productos, bien para su consumo en fresco o para su comercialización. Las principales formulaciones están orientadas al desarrollo de reformulaciones de uso tópico (JR/Aloe vera), incorporación en productos cosméticos (JR/geles de carbopol), Jabones y Shampoo (JR/Genapon/Texapon) o como suplemento nutricional (JR/Ginsen) entre otros. Diversos trabajos se han realizado para establecer la composición de la (JR), donde la humedad es el principal componente del producto, seguido de importantes aportes de proteínas (Loana *et al.*, 2011; Olimpia *et al.*, 2008; García-Amoedo y Almeida-Muradian, 2002; Lercker *et al.*, 1992; Howe *et al.*, 1985).

Se considera que es un alimento único elaborado por las abejas con notables propiedades farmacológicas, cosmetológicas y funcionales que promueven la salud. El mercado predominante de la JR, proviene de China, cuyo mercado condiciona el precio del producto a nivel mundial, pero la calidad independiente del origen no siempre está garantizada. El advenimiento de los métodos instrumentales de análisis, ha puesto de manifiesto nuevas posibilidades para el estudio de la JR (Balkanska *et al.*, 2012; Galhardo *et al.*, 2012; Sabatini *et al.*, 2009; Salazar, 2005).

En JR, la materia seca es principalmente nitrogenada, está constituida por enzimas, péptidos y aminoácidos, siendo la prolina la más representativa. Además contiene lisina, ácido glutámico, β -alanina, fenilalanina, serina y aspartato. La prolina como aminoácido libre, decrece si el producto ha excedido en el tratamiento térmico, (Sabatini *et al.*, 2009).

Se requiere que el producto se encuentre a temperaturas bajas para mantener los niveles de prolina y lisina estables. Por lo cual se sugiere unas condiciones favorables de temperatura, ya que la actividad enzimática proteolítica persiste con el tiempo (Bachanova *et al.*, 2002). Los minerales ocupan entre 0,80 y 3,0 g/100g de la base seca (Suzuki *et al.*, 2008; García y Almeida-Muradian, 2003). Las hipótesis acerca de la presencia cuantitativa de estos metales se debe a factores que se encuentran fuera de la colmena, tales como condiciones de medio ambiente, adquisición de alimento, periodo de producción y en cierto punto algunos factores internos de tipo biológico vinculados a la fisiología de las abejas. La fracción lipídica está presente en concentraciones variables (8%-19% de materia seca) pero sin duda alguna representa el más importante de los componentes de JR, (Olimpia *et al.*, 2008; Jamnik, *et al.*, 2007).

La porción de lípidos la componen los ácidos orgánicos libres (80%-90%) con una estructura poco común que rara vez se encuentra en la naturaleza. Estos ácidos grasos han atraído mucho la atención de los investigadores debido a sus características químicas de interés y actividad farmacológica; el 10-HDA (ácido 10-Hidroxi-2-decenoico) y sus análogos tienen efectos antitumorales, inhibidores de grasas en la síntesis de lípidos y estrogénicos, (Nozaki *et al.*, 2012; Suzuki, *et al.*, 2008; Qu *et al.*, 2008). Los ácidos grasos que han sido identificados y relacionados con la calidad y autenticidad de la JR, corresponden al 3,10-Dihidroxidecanoico, 9-Hidroxi-2-decenoico, 11-Hidroxidocecanoico y 3,10-dihidroxidodecanoico, (Sabatini *et al.*, 2009; García-Amoedo y Almeida-Muradian, 2007; Pamplona, *et al.*, 2004; Koshio y Almeida-Muradian, 2003; Bloodworth, *et al.*, 1995). Este ácido orgánico (10-HDA), ha sido empleado como un parámetro que permite evaluar la calidad de la jalea real. Las propiedades nutricionales y actividad biológica de la JR, reside también en el

aporte de vitaminas A, C, D, E, K, el complejo B: Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Ácido pantoténico (B5), inositol, biotina y piridoxina (B6), pero también azúcares, (Sesta, 2006; Carboni, 2004; Bogdanov, 2004).

En el aseguramiento de la calidad de la jalea real, ha sido necesario generar procedimientos de extracción e implementar procedimientos analíticos de diagnóstico, teniendo en cuenta sus propiedades y el uso como alimento suplementario, al valorarse como sustancia saludable debido a sus componentes bioactivos que la han posicionado como activador fisiológico, inmunomodulador, supresor de reacciones alérgicas, hipotensor y estimulante de la proliferación celular. Los efectos farmacológicos de la JR, llegan a obtener una puntuación de alimento funcional que sobrepasa algunos valores biológicos de alimentos consumidos diariamente (Bogdanov, 2004).

Para el estudio de las propiedades térmicas de muchos componentes entre los que se tienen las macromoléculas, extractos biológicos se utiliza una técnica sensible identificada como calorimetría diferencial de barrido (DSC), aplicada en el campo alimentario y farmacéutico principalmente (Salamanca, 2012).

Estudios recientes enfocan especial interés en la proteómica de la jalea real de *Apis mellifera* y diversas especies de *Apis* asiáticas, como la gigante *A. dorsata* y la pequeña *A. cerana*. El rendimiento y la calidad está asociado a los sistemas de cría de reinas y a su vez está en función de la fortaleza de las colmenas establecidas en el sistema productivo (Salazar, 2005).

En Colombia el mercado de la jalea real, es un producto de gran demanda como suplemento nutricional, que suele adulterarse y suplantarse, sin que las autoridades puedan ejercer controles en razón a la falta de normatividad y de estándares de calidad que puedan ser usados en la identificación de autenticidad del producto, además no existe una norma estandarizada para la evaluación de su calidad. El presente trabajo es una contribución al estudio de la JR, elaborada por *A. mellifera* L. para el mercado, agroindustrialización y directrices en la proyección para el establecimiento de norma de calidad en Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema de producción

La técnica de referencia considerada en éste trabajo en el beneficio de JR, se fundamenta en la inducción de colonias de abejas para la producción de reinas, en proceso de horfanizado, siguiendo el método Doolite. Se realizaron operaciones de traslarve de huevos (usando translarvadores de pluma) de colonias previamente seleccionadas aplicando agua de coco a manera de dilución a fin de evitar la deshidratación de las larvas y facilitar la asimilación de los nutrientes, de abejas europeas (E) e híbridos africanizados (A), que se dispusieron en un sistema de copaceldas acoplados en bastidores, que posteriormente se introdujeron en la parte central de colonias de abejas receptoras, que fueron alimentadas con jarabe de azúcar, a razón de 2 kg/l de agua, asegurando la presencia de cuadros con polen alveolar.

Extracción y beneficio

Los bastidores que contienen las copaceldas, fueron removidos de las colonias de abejas receptoras a los tres días del traslarve, las cuales fueron dispuestas en nevera portátil, con mezcla frigorífica externa a manera de camisa en ambiente térmico hielo:sal:etanol (HSE) de -8°C. Los bastidores con las copaceldas con larvas y JR, se introdujeron en bolsas de polietileno facilitando su preservación para el transporte. La extracción de la JR, se realizó en el laboratorio, haciendo uso de un sistema de pipetas Pasteur, previamente esterilizadas y acopladas a bomba de vacío. El producto final se dispuso en recipientes herméticos twistoff de 25 ml, previamente esterilizados.

Muestras

Se colectó y dispuso un total de 30 g a 50 g de 13 muestras de JR de dos linajes de abejas Africanizadas (M1 A) y Europeas (M2 E), a partir de bastidores pre-elaborados en un sistema de copaceldas durante un programa de cría de reinas de abejas europeas y africanizadas, de un apiario dispuesto en la Vereda caños en zona rural de Duitama Boyacá (5°46'44"LN; 73°04'75"LO).

Análisis cromogénico

La calidad de las muestras de JR fueron evaluadas haciendo uso del test cromogénico de frescura. 1,5 ml de ácido clorhídrico del 37,5%, fueron adicionados a 0,50 g de JR, en tubos Eppendorff de 1,5 ml que se agitaron de manera vigorosa por 30 s y transferidos a placas blancas de cerámica de 3x4 usadas como piscinas de reacción (Hunan Fu Quiang, Ceramic Manufacturing™) para su análisis cualitativo.

Fraccionamiento

En un trabajo previo, 2,5 g de muestra de JR se sometieron a proceso de centrifugación a 245.000xg a 6°C por 5 h en una ultracentrífuga Sorvall Superspeed (DuPont Instrument, Newtown Connecticut, USA).

Parámetros fisicoquímicos

Las muestras de JR fueron evaluadas conforme a protocolos analíticos establecidos en el manual de análisis de jalea real Swiss Federal Office- (Bogdanov *et al.*, 2004) y el manual de métodos analíticos AOAC. Se implementaron protocolos para actividad de agua (a_w), fracción húmeda (X_w), sólidos totales (X_s), sólidos solubles totales (X_{ss}), Sólidos fijos (X_f), densidad, pH, acidez total, conductividad, TCD, tenor de glucosa (X_g), lípidos y proteínas.

Electroforesis (SDS-PAGE) e IR-FT

Los perfiles de proteínas se obtuvieron en geles de poliacrilamida al 10% teñidos con azul de Coomassie, siguiendo directrices descritas en la literatura, (Yábar, 2003), con algunas modificaciones. Las propiedades espectroscópicas de la JR se evaluaron en una unidad FT-IR (Perkin-Elmer Precisely™), en el rango de 650 a 4.000 cm^{-1} .

Propiedades térmicas

El estudio de las propiedades termofísicas de la JR se realizó a través de calorimetría diferencial de barrido (DSC), en la unidad TA DSC 2010, dispuesta con accesorios de enfriamiento TA 5.000 (TA Instruments, New Castle, USA). Las muestras se acondicionaron en celdas herméticas de aluminio, que se sometieron a barrido térmico entre 10 y 90°C, a 10°C/min en atmósfera inerte de nitrógeno (45mL/min).

En el análisis de los termogramas de JR, se determinaron las temperaturas de transición vítrea (T_g), fusión (T_m), entalpia (ΔH_m) de la transición sol-gel, usando el software universal Análisis V1-7F (TA Instruments). La capacidad calorífica (C_p) y conductividad térmica (k) se determinaron en la unidad KD2 pro (DecagonDevices Inc. W. USA), dispuesta con los sensores KS-1 y TR-1, que permite evaluaciones haciendo uso de un sistema de sensores y basado en un sistema trasciende de calor.

Actividad de agua

Las determinaciones se realizaron en la unidad psicrométrica termoeléctrica Decagon CX2M (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, USA). La respuesta del instrumento se monitoreó usando solución saturada estándar de nitrato de magnesio (Novasina, Kontroll, Tablete BAG TNr 54703).

Marcador de calidad

La determinación del marcador de calidad 10-HDA, se realizó mediante técnicas de cromatografía líquida, considerando los trabajos de Pamplona *et al.*, 2004, Koshio y Almeida, 2003; García y Almeida-Muradian, 2003. Se usó una columna C_{18} -H (ShimadzuODS-H con unas dimensiones de 4,0 x 150 mm), en fase reversa y condiciones isocráticas, usando un detector de arreglo de diodos (ShimadzuSPD-MXA), a 225 nm, acoplado a la unidad Shimadzu LC9A. La fase móvil metanol/agua (45:55); el pH se ajustó a 2,5 con ácido fosfórico, se filtró a través de membrana de 0,45 μm (Millipore). La velocidad de flujo 0,5mL/min. El tiempo de ejecución para el análisis fue de 30 min.

Actividad antirradicalaria

La evaluación de ésta actividad se realizó en soluciones metanólicas de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Muestras metanólicas de JR en proporción 1:20, fueron homogenizadas y sometidas a ultrasonido para su disgregación. Diferentes alícuotas se añadieron a 3,9 ml de una solución $6,1 \times 10^{-5}$ del radical DPPH. El blanqueo se monitoreo a 515 nm durante 30 min. La actividad se determinó como IC_{50} en mg/ml.

Reología

Las propiedades mecánicas de la JR se evaluaron a tres temperaturas 25°C, 35°C y 45°C en el rango 0,01 a 120 s⁻¹, en rampas de ascenso y descenso, operando la unidad AR2000 (Advanced Rheometer, TA Instruments New Castle, USA), en una configuración de geometría placa/placa de 40 mm de diámetro y un espacio de placas de 700 μm (gap). La temperatura del sistema se controló usando sistema Peltier sobre las placa de trabajo.

Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico, se consideró el proceso de homogenización de materia prima transformada e involucró los parámetros de Coliformes totales estimando el NMP/g a 35°C por 48 h con diluciones decimales hasta 1/1000 inoculando alícuotas en tubos Durham con caldo LTS (Lauril sulfato) para identificar producción o ausencia de gas; para el aislamiento de *Salmonella*-*Shigella*, se enriqueció la muestra agar *Salmonella*-*Shigella* (SS) incubando por 18-24h a 35°C y para el cultivo, inoculación y enumeración de hongos y levaduras se usó agar Papa dextrosa (PDA) en incubación por 5 días a 28°C.

Evaluación y sensorial

En el análisis de JR, se aplicó la técnica de análisis descriptivo cuantitativo (QDA[®]) conocida como perfil sensorial, determinando la intensidad de los atributos a través de una escala de respuesta de 0 a 40, donde 0 representa la ausencia del atributo y 40 una percepción muy fuerte. Las muestras fueron presentadas de forma aleatoria a la temperatura de consumo, en placas de porcelana blancas estériles, acompañadas de agua como sustancia de enjuague y el formato de evaluación, sobre atributos de aroma (característico y fenólico), aspecto (granuloso, fluido y cremoso), color (blanquecino, pálido y pardo) y sabor (ácido, dulce y picoso). En el panel sensorial participaron nueve jueces entrenados.

Análisis estadístico

En los resultados de las evaluaciones analíticas de las muestras se consideraron dos grupos según el origen, correspondientes a JR de abejas Africanizadas (A) y Europeas (E). Los valores expresados corresponden a los promedios.

En todos los casos se realizaron análisis de varianza (95% de confianza), usando el software Statistica 8,0TM.

Plan HACCP

Considerando el diagrama de flujo de recorrido sencillo y los puntos críticos de control (PCC) obtenidos mediante el árbol de decisiones, se llevó a cabo la realización del plan HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Point), en el cual se establecen los límites críticos de cada etapa del proceso considerada PCC, a su vez se fijan criterios de vigilancia y frecuencia, registros, verificación y las acciones correctivas en cada uno de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de beneficio de la JR es dependiente de un programa semi-intensivo de cría de reinas; el éxito del programa reside en la fortaleza de las colmenas donantes de larvas eclosionadas de 1 a 3 días y del traslarve a copa celdas y su posterior aceptación en las colonias receptoras (Figura 1).

Se han identificado siete puntos críticos propias del árbol de decisiones del sistema HACCP (Figura 2). En la selección y traslarve apropiado, se establece como límite crítico larvas de máximo 3 días (PC1), la disposición de celdas en los bastidores y el tiempo de reconocimiento por las abejas en las colonias de trabajo consolidan éxito del proceso de aceptación, o de rechazo en las receptoras (PC2), que demanda un periodo de acondicionamiento para el reconocimiento del material que habrá de ser introducido en éstas colonias, el límite crítico es de 12 horas previas al traslarve, una vez haya ocurrido el ensamble y las abejas sellen la copacelda, la disposición final debe ser en frascos esterilizados y a una temperatura de entre -4°C hasta -20°C, que contribuye al mantenimiento de la calidad del producto (PC6 y PC7).

En el proceso de fraccionamiento de la JR fresca, se logra la separación de tres fracciones bien definidas, una líquida de tonalidad amarillo pálido, correspondiente al 60,6±1,70% p/p de total; una segunda de ligera tonalidad pardo y de consistencia gelatinosa con 31,3±2,01% p/p y un sedimento blancuzco con 7,30±1,70% p/p.



Figura 1. Aspectos asociados a la producción de jalea real a partir de un proceso de selección traslarve inducción y producción.

La calidad global de la JR puede ser valorada mediante el test cromogénico, en piscinas de reacción a la gota, (Figura 3), frente al ácido clorhídrico adquieren tonalidad del amarillo, que con el tiempo de reacción van virando a rosa pálido y en un periodo prolongado superior a 1h, cambian a marrón pardo con formación de precipitado en algunos casos. Las tonalidades marrón observadas en el test cromogénico luego de 1 h de reacción, obedecen a la oxidación gradual del triptófano y reacción de grupos aromáticos en condiciones ácidas que van causando cambios de pH en la mezcla de la reacción ácida y pueden ser explicados si se considera que el triptófano, el ácido pirúvico en presencia de las proteínas e hidratos de carbono, que forman precipitados de esta tonalidad. La hidrólisis conduce a la formación de aminoácidos libres, que son estables en solución ácida.

En el proceso de fraccionamiento al adicionar solución de hidróxido de amonio (0,025N), se generan cambios en el pH de la matriz con agregación de las proteínas, comportamiento generado en la conformación globular, por desplazamiento de las moléculas como ocurre

en las proteínas globulares en el tratamiento con sales. Se destaca la presencia de glucosa aunque se presentan azúcares minoritarios como maltosa, gentiobiosa, isomaltosa, trehalosa que en este estudio no se reportan, han sido reportados en otros estudios (Daniele y Casabianca, 2012; Sesta, 2006).

En principio la industrialización de JR, se percibe como un producto de origen animal intermediario (PAI) y base para el desarrollo de nuevos productos, bien para su consumo en fresco o para su comercialización. La incorporación de matrices formuladas, presuponen estabilización con reducción de la actividad de agua mediante proceso de liofilizado, la reducción de pérdida del color por pardeamiento no enzimático en la reacción de Maillard y la formación de N6-(2-(2-furfuril-2-oxoetil))-L-lisina (Furosina). La calidad del producto es estable hasta en 12 meses en condiciones de refrigeración. Las propiedades termofísicas de capacidad calorífica, conductividad y difusividad térmica de JR, se hacen necesarias en estudios relacionados el diseño de equipos, en trabajos relacionados con el balance de masa y energía en procesos

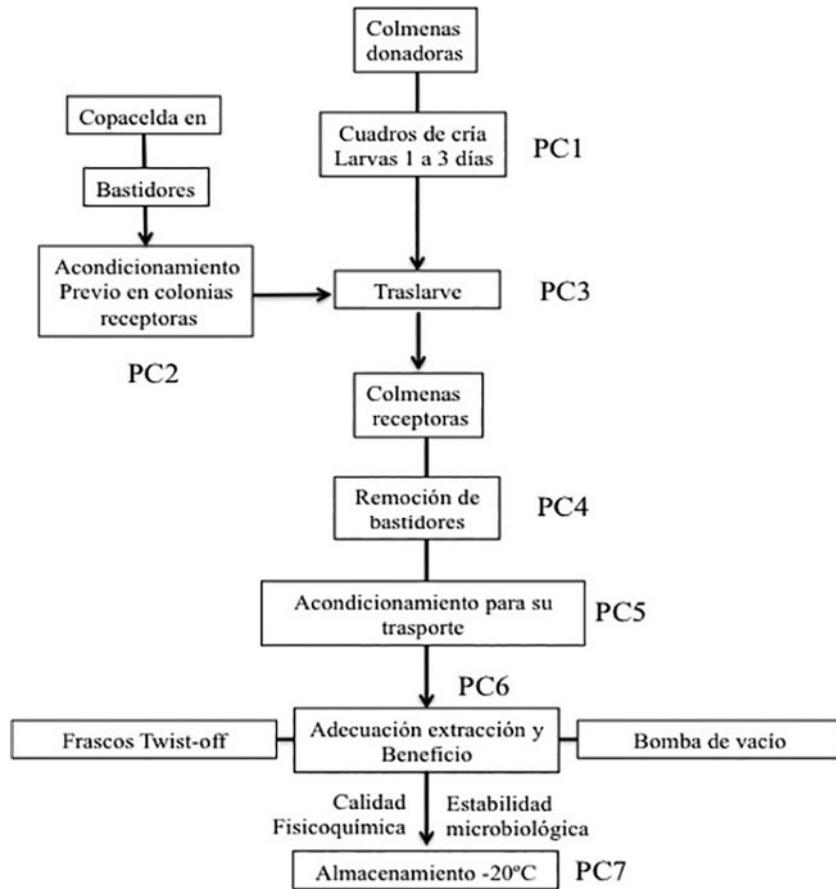


Figura 2. Diagrama de flujo del sistema de beneficio de Jalea Real.

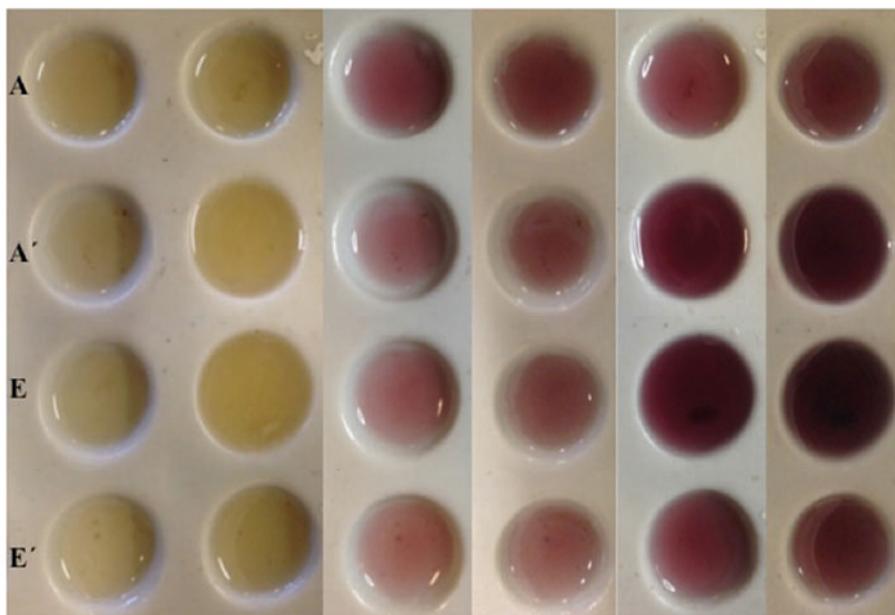


Figura 3. Secuencia de la evolución cromática de muestras de JR de *A. mellifera*, en el test de comportamiento cromogénico en piscinas de reacción. A y A': Africanizada. E y E': Europea.

de transferencia de calor. Estos parámetros en general no muestran diferencias importantes en relación a su origen biológico, la capacidad calorífica ($\text{kJ/kg}^\circ\text{K}$) es del orden de $3,460\pm 0,01$ a $3,420\pm 0,05$ y la conductividad térmica (W/m) de $0,490\pm 0,02$ a $0,482\pm 0,06$.

Respecto de los parámetros indicadores de calidad de la JR de las muestra de abejas (A) y (E), considerados en el estudio, se observa que los parámetros son relativamente constantes en las muestras de los dos linajes evaluados (Cuadro). La densidad es del orden de $1,112\pm 0,17$ (A) y $1,114\pm 0,22$ (E), la humedad es ligeramente mayor en la JR de abejas africanizadas, A: $64,02\pm 1,36$; E: $62,34\pm 1,30$ g/100 g. En la fracción lipídica se distingue el ácido 10-HDA (10-hidroxi-2-decenoico), que constituye en el componente más importante de la JR. En los dos linajes de abejas se observan diferencias importantes (A: $3,10\pm 0,22$; E: $3,34\pm 0,14$) g/100 g.

Los lípidos totales difieren significativamente ($P_v < 0,05$, A: $2,70\pm 0,50$; E: $4,10\pm 0,18$) g/100 g y representan cerca del 10% de la materia seca total. Las diferencias en el contenido de humedad, perfil proteico y lipídico en las muestras analizadas, pueden ser generadas en el metabolismo de las abejas, al tipo de alimentación que se les pueda suministrar a grupos de abejas durante la producción.

La fracción lipídica está presente entre el 7% y el 11% de la materia seca, los cuales difieren en promedio de manera significativa ($P_v < 0,05$) ésta fracción representa cerca del 10% de la materia seca total; la fracción protéica de la JR es menor en el producto de las abejas de linaje africanizado, esta diferencia puede ser explicada en virtud al metabolismo de las abejas y al tipo de alimentación que se les pueda suministrar a grupos de abejas durante la producción; en relación a los sólidos solubles, se advierte un mayor contenido en las muestras de linaje europeo ($37,8\pm 0,67$) que en las africanizadas ($35,6\pm 0,17$)g/100 g, estos valores corresponden al 30% de la materia seca La actividad de agua (a_w) de la JR de abejas africanizadas es de 0,935 ligeramente mayor que el de las europeas con 0,930, sin diferencias significativas entre las muestras ($P_v: 0,0715$). La conductividad se correlaciona con la acidez total y los sólidos iónicos solubles (TCD). Las cenizas en los dos

tipos de muestras es de 0,960 para A y 0,920 g/100g para E.

El uso de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, (DPPH), ha sido usado como método indirecto de la actividad antirradicalaria, en JR se ha observado una marcada dependencia de la ésta actividad en relación al tiempo de beneficio, (Buratti *et al.*, 2007). En muestras recién beneficiadas los valores medios observados para JR tipo A (M1: $3,210\pm 0,52$) y E (M2: $3,160\pm 0,76$) mg/ml, no presentan diferencias significativas ($P_v: 0,080$). El ácido 10-hidroxi-2-decenoico (10-HDA), ha sido reconocido como parámetro de autenticidad, además de los ácidos 9-oxodecenoico y octadecenoico. En el trabajo realizado el 10-HDA no ha sido mayor a 3,40 g/100g.

La fracción proteica en JR de abejas africanizadas es de $12,7\pm 0,64$ menor que el de europeas con $13,8\pm 0,30$ g/100 g. JR, contiene además de aminoácidos libres, albúminas y γ -globulinas, las proteínas constituyen cerca del 30% de la materia seca, el 80% de ésta fracción corresponde a proteínas solubles. Entre los azúcares se destaca la presencia de glucosa con $2,31\pm 0,42$ g/100 g, igualmente la fructosa y la sacarosa (valores no reportados), que están presentes en un rango amplio que puede oscilar entre 3,10 y 8,20 g/100 g.

Los estudios mediante análisis calorimétrico y diferencial de barrido (DSC) de los alimentos, permiten evaluar el comportamiento de los componentes en función de las transiciones de fase, (Johnson, 2013). En muestras biológicas cuyos componentes mayoritarios son proteínas, es posible identificar las energías de transición y de plegamiento-desplegamiento que asumen cuando cambia la temperatura. En JR, los cambios observados mediante DSC, se presentan como transiciones de fase de primer orden y se relacionan con la desnaturalización de proteínas que conforman el producto. En los termogramas de las muestras de JR (Figura 4), se presentan dos endotermos uno a $37,54^\circ\text{C}$ y $67,13^\circ\text{C}$ del ecotipo africanizado (M1) y en $41,70^\circ\text{C}$ y $68,90^\circ\text{C}$ del europeo (M2). En muestras M1, la temperatura de transición vítrea (T_g) es de $34,99\pm 0,63^\circ\text{C}$, menor que en muestras tipo M2 (europeo) con $38,94\pm 0,22^\circ\text{C}$; la temperatura de fusión (T_m) de las proteínas constitutivas de JR ocurren a $67,03^\circ\text{C}\pm 0,15$ y $68,76^\circ\text{C}\pm 0,33$, el

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos de muestras de Jalea Real colombiana

Parámetros	Abejas		Referencias
	A (M1)	E (M2)	JR fresca
Actividad de agua	0,935±0,001	0,930±0,001	0,92 ^c
¹ Densidad	1,112±0,17	1,114±0,22	1,11 ^d
² Humedad	64,02±1,36	62,34±1,30	60 - 70 ^{bcf} 53,3 ^d
² Lípidos	2,700±0,50	4,100±0,18	2 - 8 ^{abc}
² Proteína	12,70±0,64	13,80±0,30	9 - 18 ^{abcf} 19,6 ^d
² Cenizas	0,960±0,17	0,920±0,21	0,8 - 3,0 ^{ab} 0,39 - 1,15 ^c
² S. solubles	35,60±0,17	37,80± 0,67	34,8 - 38,3 ^f
² Glucosa	2,310±0,42	2,410±0,50	4 - 8 ^{ab} 2,00 - 3,07 ^f
³ DPPH	3,210±0,52	3,160±0,76	1,4 - 7,0 ^e
pH	3,400±0,10	3,600±0,17	3,4 - 4,5 ^{abcf}
⁴ Acidez	31,30±1,18	24,70±2,10	30 - 60 ^{abd} 19,8 - 21,7 ^c
⁵ C. Eléctrica	0,205±0,01	0,145±0,01	0,1896±0,04 ^f
⁶ TDS	0,095±0,02	0,070±0,03	-
² 10-HDA	3,100±0,22	3,340±0,14	>1,4 ^b 2,5 ^d
⁷ Temp. Tran. (Tg)	34,99±0,63	38,94±0,22	-
⁸ C. calorífica (Cp)	3,460±0,01	3,420±0,05	-
⁹ C. térmica (k)	0,490±0,02	0,482±0,06	-

¹g/cm³. ²g/100g. ³mg/ml. ⁴meq/kg. ⁵mS/cm. ⁶ppt. ⁷°C. ⁸kJ/kg°K. ⁹W/m.
^aSabatini, *et al.*, 2009. ^bOlimpia, *et al.*, 2008. ^cSereia y Arnaut, 2013. ^dZheng, *et al.*, 2011. ^eBuratti, *et al.*, 2007. ^fBalkanska, *et al.*, 2012.

diferencial para la capacidad calorífica (ΔC_p) es de 0,550±0,004 Jg⁻¹°C⁻¹ y 0,654±0,012 Jg⁻¹°C⁻¹ en su orden. El perfil de los termogramas, es típico de proteínas globulares y los endotermos observados son coincidentes con los reportes de Wen *et al.*, 2012. La composición de JR es relativamente constante, los parámetros de calidad pueden verse modificados según haya sido el método de extracción y forma de almacenamiento, aspecto ya discutido en la literatura (Pavel, *et al.*, 2011).

El perfil electroforético de JR es característico e independiente del origen biológico, éste presenta dos bandas marcadas de 55,4 y 66,3 KDa. Entre los aminoácidos reportados como componentes de la JR se destaca la prolina (Bogdanov, 2004), siendo éste el principal aminoácido libre, que decrece si el producto ha excedido en el tratamiento térmico. Las técnicas de análisis mediante espectroscopia de infrarrojo (IR-FT) para el caso de las proteínas posibilita su caracterización. Las señales típicas de JR corresponden se presentan a 1637, 1550

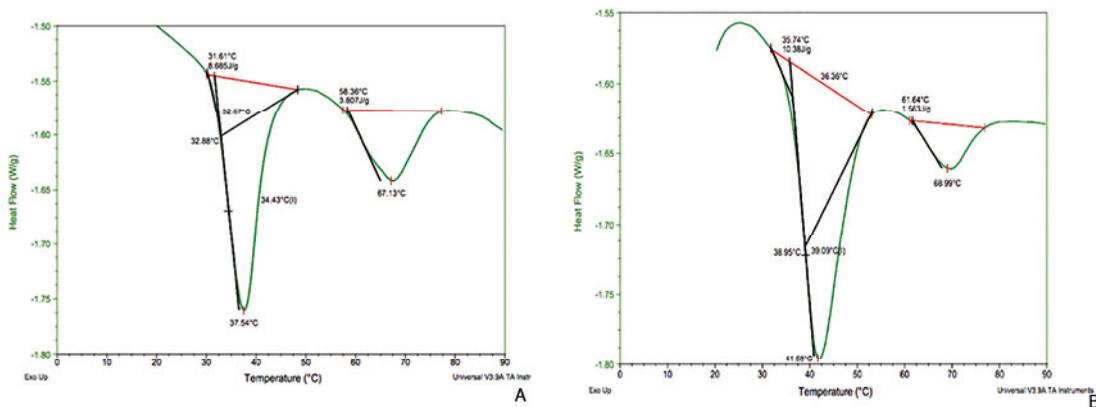


Figura 4. Termogramas de muestras de JR de abejas africanizadas(A; M1) y europeas (B; M2).

y entre 1400-1200 cm^{-1} . La primera pertenece al grupo amida I y es la de mayor contribución respecto de la estructura secundaria de las proteínas y surge del estiramiento de grupos C=O, de vibraciones de tensión del grupo C-N y la deformación C-C-N y N-H de todo el enlace peptídico (Figura 5). El modo de amida II es la combinación fuera de la fase de N-H en el plano de flexión y la vibración de estiramiento C-N con contribuciones más pequeñas de C=O en el plano de flexión y el C-C y N-C vibraciones de estiramiento que complementa señales del modo amida III.

Las propiedades mecánicas de la JR indican que el producto exhibe comportamiento de fluido pseudoplástico y tixotrópico, dependiente de la temperatura y que obedece a la naturaleza compleja de los constituyentes dispersos en la matriz que la compone, principalmente proteínas, azúcares y lípidos; al aplicar un esfuerzo de cizalla, se generan cambios, con pérdida de la estructura interna; la relación entre la velocidad de cizalla y el esfuerzo cortante (Figura 6A), se ajustan a la ley de la potencia ($\tau = K\dot{\gamma}^n$), donde K es el índice de consistencia y n el índice de flujo a 25, 35 y 40°C. El efecto tixotrópico se deduce de la diferencia en las curvas de velocidad de deformación ascendente y descendente, en relación al esfuerzo cortante (Figura 5B).

En el estudio microbiológico, el recuento de colonias aerobias mesófilas ($31 \pm 1^\circ\text{C}$), es inferior a 1×10^2 UFC/g, así como para las muestras de hongos y levaduras, ($<1 \times 10^2$ UFC/g), además de

la ausencia de Salmonella, Shigella, coliformes totales y fecales. La preservación de las muestras demandan cadena de frío, preferiblemente en recipientes opacos, esterilizados, de color ámbar, para evitar compartimentos de aire, a fin de que no se genere deterioro y oxidación. La JR es sin embargo, susceptible de contaminación, cuando es almacenada de manera deficiente, sus propiedades biológicas se pierden si no son manejadas adecuadamente entre -4°C a -20°C .

En relación a la evaluación sensorial, las muestras de JR exhiben un aroma característico fenólico y picoso, de tenor alcalino e indistinguible propio de los fluidos biológicos; su consistencia es densa pero fluida, algunas veces pastosa en particular cuando ha perdido humedad; su coloración es blanquecina amarfilada a levemente amarilla o ligeramente parda, cuando se ha dejado expuesta al ambiente; es parcialmente soluble en agua; durante el almacenado de las muestras de JR, se forman gránulos proteicos. El perfil fenólico de las muestras de JR de abejas africanizadas, determina en los panelistas que es más acentuado en relación a las europeas. El análisis de varianza de la evaluación sensorial indica que no se presentan diferencias significativas entre las muestras según sea su origen biológico respecto al aroma característico de la JR (Pv 0,153), el tenor ácido (Pv 0,144) y ácido (0,271). Individualmente grupos de muestras de JR se perciben con diferencias. El tenor de fluidez, aspecto cremoso y color blanquecino es semejante entre los dos grupos de muestras estudiadas, (Figura 7).

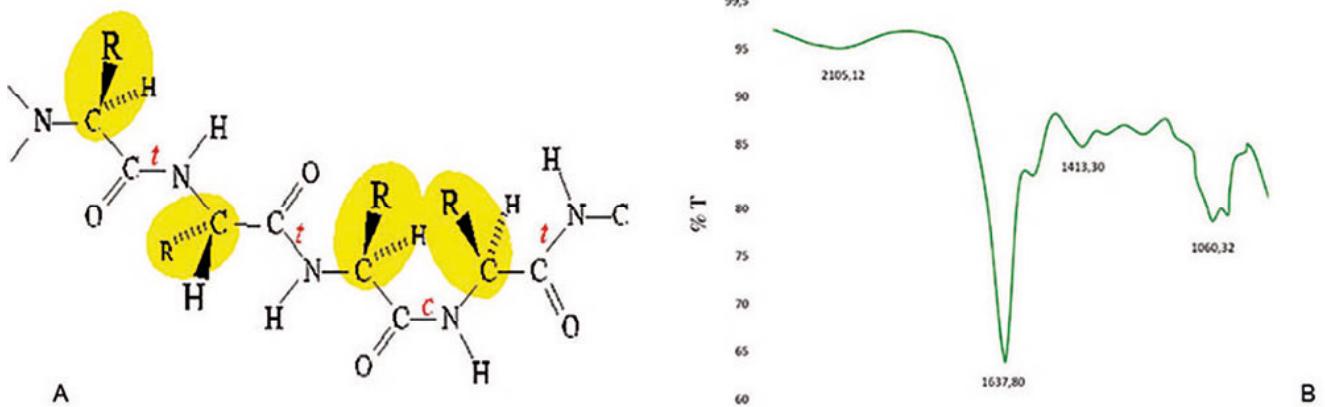


Figura 5. A. Representación del enlace peptídico de las proteínas. B. Sección del espectro IF-T de una muestra de JR entre 2400 y 1000 cm^{-1}

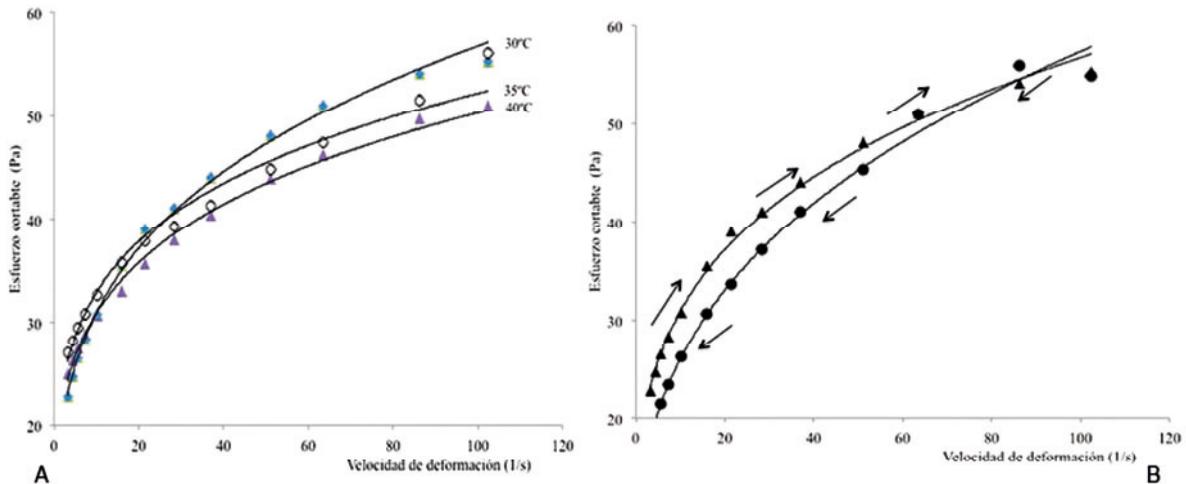


Figura 6A. Reograma tipo de una muestra de JR a para la velocidad de deformación y esfuerzo cortante a 30, 35 y 40°C. B. Efecto tixotrópico a 30°C.

CONCLUSIÓN

El estudio ha posibilitado la puesta en marcha de un sistema de producción de jalea real bajo condiciones estandarizadas siguiendo el método de traslarve a colonias de abejas africanizadas y europeas, bajo criterios de buenas prácticas y siguiendo metodologías para establecimiento de puntos y límites críticos para el proceso desde la producción al beneficio. Se han implementado además técnicas de análisis necesarias para la caracterización de Jalea real, sobre parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. La implementación del sistema de producción

para JR bajo criterios de buenas prácticas de producción, ha permitido identificar siete puntos críticos, siendo la selección y traslarve un límite crítico, la disposición de celdas en los bastidores y el tiempo de reconocimiento por las abejas en las colonias de trabajo consolidan éxito del proceso de aceptación, so pena de rechazo en las receptoras.

La calidad de la JR, está en función de la forma de extracción y condiciones impuestas para su almacenamiento. No se observan diferencias importantes en los parámetros fisicoquímicos de la JR elaborada por los dos linajes. Este producto

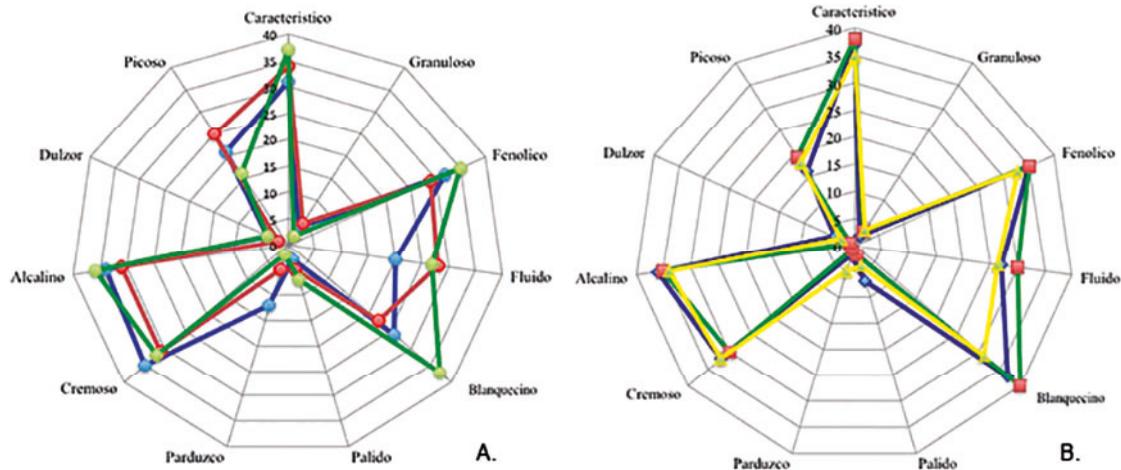


Figura 7. Perfil sensorial tipo de muestras frescas de Jalea Real A. Abejas africanizadas. B. Abejas europeas.

exhibe características ácidas, es ligeramente denso. La humedad de éste producto facilita el deterioro, condición que le imponen manejo especial para su conservación.

Las proteínas que conforman la JR, se caracterizan por las bandas de peso molecular bien definido. Las propiedades termofísicas derivadas del análisis mediante calorimetría diferencial de barrido, así como el uso de la espectroscopía de infrarrojo, contribuyen en la identificación de este tipo de matrices. La identificación de marcadores moleculares, como es el caso del ácido 10-hidroxidecenoico y su determinación cromatográfica consolidan la autenticidad. Las propiedades mecánicas de la JR, revelan propiedades intrínsecas del fluido que es propio de sistemas pseudoplásticos y tixotrópicos. El trabajo realizado contribuye al establecimiento de valores guía a manera de estándares de calidad para el producto que se comercializa en Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los apicultores colombianos que contribuyeron a la realización del trabajo, por la gestión, el apoyo y el acompañamiento durante el montaje del sistema de producción de Jalea real, planteado por el Grupo de Investigaciones Mellitopalínológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos de la Universidad del Tolima. Toda nuestra gratitud a Efraín Muñoz Castebancho, de la empresa

Apimundo SAS, por facilitar el proceso de montaje y valoración del sistema de cría de reinas paralelo al trabajo que se relaciona en éste trabajo. A la Universidad de São Paulo, por facilitar las condiciones de evaluación de las muestras. A los evaluadores del artículo y los colaboradores permanentes de la revista Zootecnia Tropical, por las observaciones, sugerencias y recomendaciones al documento final durante el proceso de arbitraje.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official methods of analysis. 2000. 17th edition. Association of official analytical chemists. Washington, D. C.
- Araujo, J. y C. Echazarreta. 2001. Un sistema sencillo de producción de jalea real con suplementación. VII Congreso internacional de actualización apícola. Puebla. México. pp. 68-73.
- Bachanova, K., J. Kludiny, J. Kopermichy and J. Šimuth. 2002. Identification of honeybee peptide active against paeny bacillus larvae through bacterial growth inhibition assay on polyacrylamide gel. *Apidologie*, 33:259-269.
- Ballesteros, H. y R. Vásquez. 2007. Determinación de la producción de jalea real en colmenas de recría de diferentes dimensiones. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1): 75-81.

- Balkanska, R., I. Zhelyazkova and M. Ignatova. 2012. Physico-chemical quality characteristics of royal jelly from three regions of Bulgaria. *Agricultural Science and Technology*, (4):302-305.
- Bloodworth B., C. Harn, C. Hock and Y. Boon. 1995. Liquid chromatographic determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid content of commercial products containing royal jelly, *Journal A.O.A.C. Int.*, (78):1019-1023.
- Bogdanov, S. 2004. Quality and standard of pollen and beeswax. *Apiacta*, 38:334-341.
- Bogdanov, S., K. Bieri, G. Gremaud, D. Iff, A. Känzig, K. Seiler, H. Stöckli and K. Zürcher. 2004. *Swiss Food Manual: Gelée Royale. Bienen produkte, BAG (Swiss Federal Office for Public Health); Berne.*
- Buratti, S., S. Benedetti and M. Cosio. 2007. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis. *Talanta*, 71:1387-1392.
- Caboni, M. F., A. G. Sabatini and G. Lercker. 2004. La gelatina reale: origine, proprietà e composizione/Royal and composition. *Apoidea*, 1:72-79.
- Daniele, T. and H. Casabianca. 2012. Sugar composition of French royal jelly for comparison with commercial and artificial sugar samples. *Food Chemistry*, 134(2):1025-1029.
- García-Amoedo, L. H. and L. B. Almeida-Muradian. 2007. Physico chemical composition of pure and adulterated royal jelly, *Química Nova*, 30(2):257-259.
- García, L.E. and L. Almeida-Muradian. 2003. Determination of trans-10 hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA) in Royal jelly from São Paulo state, Brazil. *Cienc. Tecnol. Aliment, Campinas*, 23:62-65.
- García-Amoedo, L. H. e L. B. Almeida-Muradian. 2002. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em geléia real. *Química Nova*, 25: 676-679.
- Galhardo, R., F. Duarte, M. Teles, E. Weinstein e A. Camargo. 2012. Avaliação do potencial antioxidante da geléia real ao logo do tempo de armazenamento. *Biotemas*, 25(3):257-263.
- Howe, S. R., P. S. Dimick and A. W. Benton. 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. *Journal of Apicultural Research*, 24:52-61.
- Ioana, L., L. Mârghitas, D. Dezmirean, C. Mahai y O. Bobis. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of royal jelly - Review. *Animal Science and Biotechnologies*, 44(2):67-72.
- Jamnik, P.; D. Goranovič and P. Rasport. 2007. Antioxidative action of royal jelly in they east cell. *Experimental Gerontology*, 42(7):594-600.
- Johnson, C. M. 2013. Differential scanning calorimetry as a tool for protein folding and stability. *Arch Biochem Biophys*, 531(1-2):100-109.
- Lercker, G. 2003. La gelatina reale: composizione, autenticità e adulterazione. In *Atti del Convegno "Strategie per la valorizzazione dei prodotti dell' alveare"*. Università degli Studi del Molise; Campo basso, 67-81.
- Lercker G., M. F. Caboni, M. A. Vecchi, A. G. Sabatini and A. Nanetti. 1992. Caratterizzazione dei principali costituenti de lla gelatina reale, *Apicoltura*, 8:27-37.
- López, R.A. 2004. Composición, propiedades y usos de la jalea real. *Imagen Veterinaria*, 4(1): 45-48.
- Koshio, S. e L. Almeida. 2003. Aplicação da CLAE para determinação do ácido 10-hidróxi-2-decenóico (10-HDA) em geléia real pura e adicionada ao mel brasileiro. *Química Nova*, 26(5):670-673.
- Nozaki, R., S. Tamura, A. Ito, T. Moriyama, K. Yamaguchi, T. Kono. 2012. A rapid method to isolate soluble royal jelly proteins. *Food Chemistry*, 134(4):2332-2337.
- Qu, N., J. Jiang, L. Sun, C. Lai, L. Sun and X. Wu. 2008. Proteomic characterization of royal jelly proteins in Chinese (*Apis cerana*) and European (*Apis mellifera*) honeybees. *Biochemistry*, 73(6):841-847.

- Oršolić, N. 2013. Royal jelly: component efficiency, analysis, and standardization. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 64(3):445-461.
- Olimpia, P., L. Marghitas and D. Dezmirean. 2008. A study about physicochemical composition of fresh and lyophilized royal jelly. *Lucrari stiintifice Zootehnie si Biotehnologii*, 41:328-332.
- Pamplona, L., R. Azedo, K. Oliviera, L. García and L. Almeida. 2004. Physico Chemicals analices indicated to the quality control of royal jelly with honey. *Ciencia y tecnología de alimentos*, 24,608-612.
- Pavel, C., L. Mârghitas, D. Dezmirean, O. Bobis, L. Bârnuțiu, and A. Sapcaliu. 2011. Changes in royal jelly composition during storages and possible freshness parameters. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 68:1-2.
- Sabatini, A., G. Marcazzan, M. Caboni, S. Bogdanov and L. Almeida. 2009. Quality standarisation of royal jelly. *Journal of Apiproduction Api medical Science*, 1:1-6.
- Salamanca, 2012. Estudio de las propiedades térmicas y reológicas de mieles florales y monoflorales colombianas. Trabajo de Posdoctorado. Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Alimentos. Pirassununga. Brasil. 216 p.
- Salazar, L. and V. Paz. 2005. Screening of biological activities present in honeybee (*Apis mellifera*) Royal jelly. *Toxicol In vitro*, 19(5):645-651.
- Sesta, G. 2006. Determination of sugars in royal jelly by HPLC. *Apidologie*, 37:84-90.
- Salazar, L., Paz, V. 2005. Screening of biological activities present in honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Toxicology in vitro*, 19(5):645-651.
- Sereia, M. and V. Arnaur. 2013. Quality of royal jelly produced by Africanized honeybees fed a supplemented diet. *Food Science and Technology*, 33(2):304-309.
- Suzuki, K., Y. Isohama, H. Maruyama, Y. Yomada, Y. Narita, S. Ohta, Y. Araki, T. Miyata and S. Mishima. 2008. Estrogenic activities of fatty acids and a sterol isolated from royal jelly. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 5(3):295-302.
- Wen, J., K. Arthur, L. Chemmalil, S. Muzammil, J. Gabrielson, Y. Jiang. 2012. Applications of differential scanning calorimetry for thermal stability analysis of proteins: Qualification of DSC. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 101(3):955-964.
- Yábar, C. 2003. Manual de procedimientos de electroforesis para proteínas y ADN. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Perú Norma técnica, 38:59-60.
- Zheng, H., Hu, F., Dietemann, V. 2011. Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards. *Apidology*, 42:39-47.

NOTA TÉCNICA

Evaluación del hemoleucograma en becerros esplenectomizados *Bos taurus* de biotipos diferentes

Evaluation of hemoleucogram *Bos taurus* in splenectomized calves of different biotypes

Ana María Álvarez^{1*}, Emir Espinoza^{2*}, Carmen Madrid³, Abigail Muñoz¹ y Nersa González².

^{1*}Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP). Unidad de Sanidad Animal. Maracay, Aragua, Venezuela.

^{2*}Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR). Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT). San Antonio de los Altos, Miranda, Venezuela.

³Ejercicio Libre. Correo electrónico: amarlvarez@yahoo.com*, espinozaemir@yahoo.com*

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la posible influencia del biotipo bovino (Holstein y Pardo Suizo), sobre el hemoleucograma de becerros esplenectomizados se utilizaron cuatro animales, dos de cada biotipo. El procedimiento quirúrgico utilizado mostró ser seguro, no observándose trastornos postoperatorios atribuidos al mismo. Las variables estudiadas comprendieron el hemoleucograma absoluto y las proteínas séricas totales, mediante el empleo de procedimientos estándares no automatizados. Se demostró que el eritograma y leucograma, fue influenciado por el factor etario ($P < 0,05$). A partir de los resultados obtenidos, no se puede afirmar cuál de los dos biotipos usados, sea el mejor modelo para el estudio de hemotrópicos de interés médico veterinario. Las modificaciones en las variables analizadas se atribuyen al estrés quirúrgico, lo cual pudo acelerar la producción de radicales libres y de las proteínas de fase aguda.

Palabras clave: Hemoleucograma, esplenectomía, Holstein, Pardo Suizo.

ABSTRACT

In order to assess the possible influence of the biotype (Holstein and Brown Swiss) on splenectomized calves hemoleucogram four animals were used, two of each biotype. Surgical procedure showed to be safe, postoperative disorders attributed to the same were not observed. Variables studied were absolute hemoleucogram and total serum protein, using standard procedures not automated. It was demonstrated that eritogram and leucogram was influenced by the age factor ($P < 0.05$). From these results, one can not say which of the two biotypes used, is the best model to study hemotropic of veterinarian interest. Changes in variables analyzed were attributed to surgical stress, which can accelerate free radical production and acute phase protein.

Key words: Hemoleucogram, splenectomy, Holstein, Brown Swiss.

INTRODUCCIÓN

La carencia de un modelo animal de laboratorio es uno de los principales obstáculos en los esfuerzos de los investigadores para elucidar los mecanismos clínicos, patogénicos e inmunitarios, entre otros, de las enfermedades hemotrópicas (anaplasmosis y babesiosis) transmitidas por garrapatas de la familia Ixodidae (*Rhipicephalus microplus*). Las estrategias de control mundial de estas noxas se enfocan hacia el uso de métodos más eficaces y sostenibles como es la vacunación (Bittar *et al.*, 2004). Para ello, se investigan inmunógenos o vacunas producidas con hemotrópicos atenuados, inactivados, subunidades de parásitos, proteínas recombinantes, cultivo celular y péptidos sintéticos (Facury *et al.*, 2012; Dark *et al.*, 2011; Murta, 2005).

En la actualidad, uno de los requisitos para probar la eficacia de esas vacunas, es la necesidad de contar con bovinos libres de hemoparásitos (*Anaplasma marginale*, *Babesia* sp.) y áreas exentas de garrapatas por considerarse a estos ectoparásitos como los principales vectores de la anaplasmosis y babesiosis bovina (Shkap *et al.*, 2007).

Las investigaciones sobre estos hemotrópicos en Latinoamérica y Venezuela, utilizan principalmente bovinos de la raza Holstein y en menor cuantía sus cruces u otras razas, sean de procedencia *taurus* o *indicus* (Rojas *et al.*, 2011; Blandino y Alonso, 2004; Espinoza *et al.*, 2002; Giardina *et al.*, 1993).

De tal manera, se presentan dificultades en el origen de los bovinos para uso experimental. Los de fuente *Bos taurus* son genéticamente más susceptibles a los hemotrópicos, cuando son comparados con los de origen *Bos indicus* (Góes, 2007; Espinoza *et al.*, 2002), pero en relación a los *Bos taurus* no hay citaciones que señalen cual raza es la más idónea para estudios experimentales con protozoarios y rickettsias intraeritrocitarias (Bittar *et al.*, 2004).

En esta investigación preliminar se propuso estudiar sobre los biotipos *Bos taurus* Holstein y Pardo Suizo esplenectomizados, la interacción del hemoleucograma y las posibles variaciones entre ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon cuatro becerros *Bos taurus*, dos del biotipo Holstein con siete meses de edad aproximadamente y dos biotipo Pardo Suizo de cinco meses. Previo a la esplenectomía experimental, todos los becerros fueron cuidadosamente examinados para descartar enfermedades hemotrópicas preexistentes, mediante el uso de técnicas parasitológicas, serológicas y moleculares (datos no presentados). La inmunosupresión quirúrgica se realizó mediante protocolo convencional (Reinbol *et al.*, 2010). Todo esto fue realizado manteniendo los principios bioéticos para ensayos o experimentos con mamíferos vivos.

Los animales experimentales se mantuvieron en un galpón bajo condiciones controladas para ectoparásitos y su alimentación consistió en el suministro de heno, alimento concentrado, minerales, vitaminas y agua *ad libitum*. El lapso del experimento abarcó seis semanas en los dos grupos de animales estudiados. Posterior a la esplenectomía, se tomaron muestras de sangre completa y suero, mínimo dos veces por semana. Las variables evaluadas correspondieron a la condición corporal (estado físico, datos no presentados), temperatura rectal (Temp), hematocrito (Ht), hemoglobina (Hb), número total de eritrocitos (NTE), número total de leucocitos (NTL), plaquetas (Plaq) y proteína sérica total (PST), mediante procedimientos estándares no automatizados (Benesis *et al.*, 2012ab; Rengifo *et al.*, 2010); Los resultados se expresaron en unidades internacionales estándares SI (Kaneko, 1989; Sandoval *et al.*, 1994).

Previamente al análisis estadístico, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks con el fin de determinar la normalidad de los datos, resultando que los mismos se ajustaron a una distribución normal. Los valores se agruparon en medias y su desviación estándar, comparándose por intermedio de una prueba "t" Student's para muestras independientes con un valor máximo del 5% (Petrie y Watson, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente evaluación, no se evidenció ninguna reacción adversa que pudiera

ser atribuida a la cirugía en los becerros esplenectomizados. Los valores de los componentes del hemoleucograma obtenidos en este trabajo preliminar, están representados en el Cuadro. Los valores medios de la temperatura rectal postesplenectomía en ambos grupos, no indicaron diferencia estadística, a pesar de ser los animales diferentes en biotipo y edades. Las anteriores medias oscilaron dentro de los valores fisiológicos señalados para la especie (Blood y Radostits, 1992).

Referente a los índices eritrocíticos Ht, Hb y NTE se notó desigualdad estadística ($P < 0,05$) al confrontar las medias respectivas del conjunto Holstein y Pardo Suizo; observándose para el caso de la hemoglobina que los becerros pardo suizo expresaron una media (14 g/l), ubicada hacia el límite superior señalado por algunos autores en sus investigaciones o por la literatura como referencia para los bovinos (Benesis *et al.*, 2012a; Espinoza *et al.*, 2002; Jain, 1986). Espinoza *et al.* (2002) estudiando la tetralogía hemotrópica en becerros biotipo cebuínos esplenectomizados a nivel de campo, encontraron promedios para la variable Ht y Hb cifras de 0,28 y 100 g/l, respectivamente. En el país existen muy pocos artículos donde se describan los parámetros del fisiologismo en becerros posterior a las esplenectomías o que traten de explicar si existe o no correlación dada la heterogenicidad de los animales utilizados en esos ensayos (Espinoza *et al.*, 2002; Giardina *et al.*, 1993; Aso, 1987).

A pesar que el efecto edad de los animales experimental, podría influenciar el NTE y la concentración de la hemoglobina, es difícilmente definible por los datos visualizados en esta investigación técnica, expresar que las diferencias encontradas en el índice hematimétrico hemoglobina, sea atribuible inequívocamente a la edad de los becerros pardo suizo.

En cuanto a los parámetros hematológicos (eritrograma) en su conjunto, la supresión quirúrgica del bazo no afectó tales variables en los dos grupos analizados; la explicación podría ser inferida, dado que la producción de eritrocitos es regulada por la eritropoyetina, hormona secretada por el riñón, y este metabolito puede estimular bajo un régimen adecuado de proteínas, minerales y vitaminas a la médula ósea para aumentar su ritmo de producción, aproximadamente en 48 a 78 horas, lo cual quizás contribuya de manera fehaciente a que los becerros esplenectomizados recuperen rápidamente sus valores del eritrograma (Goez, 2007), si están sometido durante el lapso experimental a una alimentación adecuada.

El número de leucocitos circulantes se modifica considerablemente, y la variación depende además de la edad, de otros factores entre los cuales se debe considerar el estrés (estado fisiológico del animal; Jain, 1986). En este estudio preliminar, los datos conseguidos del NTL en los dos grupos valorados se mantuvieron durante todo el lapso experimental dentro del rango de

Cuadro. Valores medios y desviación estándar ($X \pm DE$) del hemoleucograma en los becerros Holstein y Pardo Suizo esplenectomizados.

VARIABLES	HOLSTEIN		PARDO SUIZO		DS ¹
	X	$\pm DE$	X	$\pm DE$	
Temp (°C)	38,5	0,2	38,6	0,2	
Ht (l/l)	0,28	0,02	0,32	0,02	0,05
Hb (g/l)	91	10	141	14	0,05
NTE (T/l)	6,6	0,7	7,3	1,1	0,05
NTL (g/l)	6,8	0,7	7,5	0,8	0,05
Plaq (x 1000)	235	43	247	70	
PST (g/l)	68	6	65	4	

¹ Diferencia significativa ($P < 0,05$); X = media.

4 a 12 g/l mencionado por Jain (1986). De la misma manera, las medias estuvieron próximas a la cifra referencial (Benesi *et al.*, 2012b; Jain, 1986). Se observó que los becerros Pardo Suizo indicaron una media más alta que los Holstein, y a su contrastación estadística, reflejaron diferencia significativa ($P < 0,05$). Inferimos que la explicación anterior, pudiera ser atribuida a la edad del grupo P S (cinco meses), ya que el contaje del NTL tiende ser alto en animales en crecimiento (Jain, 1986).

En consecuencia, la esplenectomía como estrés quirúrgico, y al afectar las subpoblaciones de leucocitos, debió producir diversas anomalías inmunológicas, como disminución en los niveles de anticuerpos (IgM, IgG), disfunción del sistema fagocítico mononuclear (SFM) y respuesta anormal a la presencia de antígenos (Brandt *et al.*, 2005; Ochoa *et al.*, 2003), situación que no se pudo evidenciar o deducir en este estudio piloto. En ese mismo orden de ideas, existen suficientes evidencias que la producción de una herida quirúrgica, presupone el incremento de la demanda calórica, de células involucradas en los procesos inflamatorios y las de reparación hística. De forma paralela, la reconstrucción y/o reparación del tejido lesionado, requiere la colaboración proteica con aporte de aminoácidos esenciales, siendo estos a su vez indispensables para la glucogenogénesis, síntesis de proteínas plasmáticas y reactantes de fase aguda.

Con relación a las plaquetas (Cuadro) se observa que las medias en los dos grupos experimentales, se mantuvieron por debajo del promedio referencial (5×10^5), aunque el rango para este índice es bastante amplio ($1 - 8 \times 10^5$; Jain, 1986). La comparación estadística no fue significativa. Por consiguiente, la esplenectomía no afectó o alteró de manera comprometida el sistema de la coagulación, hallazgo clínico laboratorial que permite el monitoreo del tratamiento y formular un pronóstico después del estrés quirúrgico.

La determinación de la PST reveló que los valores medios de los becerros (Cuadro), fueron muy parecidos a los aludidos como fisiológicos en la literatura (Cotter, 2001; Harvey, 2001), y no arrojaron desigualdad estadística entre las medias. Por consiguiente la inmunosupresión

quirúrgica aparentemente no afectó la funcionalidad de las mismas; y su interpretación conjuntamente con los valores medios del hematocrito, permitió interpretar un cuadro fisiológico normal en los animales sometidos al estrés quirúrgico posterior a la esplenectomía (Tavares, 2007; Harvey, 2001).

Es importante acotar que Ochoa *et al.* (2003) en sus trabajos experimentales, utilizando como modelo biológico ratas Sprague Dawley, demostraron que la esplenectomía disminuye la producción de óxido nítrico y posiblemente otros radicales libres por parte del hígado, y como consecuencia el organismo es incapaz de producir una respuesta de fase aguda para cumplir con las propiedades metabólicas de destrucción de microorganismos por fagocitosis, síntesis de mediadores inflamatorios y la detoxificación.

Lo anterior es importante, y debería tomarse muy en cuenta al realizar la evaluación del comportamiento de los bovinos y sus biotipos cuando sean utilizados como modelos experimentales en el estudio enfermedades hemotrópicas para el desarrollo o adaptación de nuevas técnicas y protocolos, pruebas de fármacos, además de la implementación de enfoques terapéuticos acorde a las patologías estudiadas. Igualmente, por analogía las inquietudes aquí plasmadas como resultados de la interpretación de los datos, podrían dar algunas orientaciones sobre el comportamiento de la anaplasmosis y babesiosis bovina en animales a nivel de campo, los cuales generalmente están sometidos a un estrés constante por diversos agentes que conducen a múltiples desequilibrios de la homeostasia generando una respuesta con analitos de fase aguda, para contrarrestar los disturbios causados por las noxas, el daño tisular y los desórdenes inmunológicos.

A manera de conclusión no podemos afirmar con los datos aportados por este estudio piloto y el número de animales utilizados, cuál de los dos biotipos de animal *Bos taurus*, sea el mejor modelo para la replicación de hemotrópicos de interés médico veterinario, ya que las diferencias observadas podrían atribuirse a alteraciones fisiológicas pasajeras (estrés) dada las condiciones experimentales. Del mismo modo, se puede deducir que en el bovino

esplenectomizado existen otros mecanismos involucrados que pueden compensar la ausencia de subpoblaciones de leucocitos del SFM, indispensables para la respuesta inmune humoral y celular, y las respuestas de las proteínas de fase aguda (PFA). Es importante realizar más estudios para establecer de acuerdo a la raza y biotipos utilizados, el aporte de las PFA y la veracidad o no de las observaciones descritas en esta nota.

LITERATURA CITADA

- Aso, P. 1987. Las alteraciones séricas de los bovinos durante la anaplasmosis. Trabajo de Ascenso. USB. Sarteneja. Venezuela.
- Benesi, F., C. Teixeira, M. Leal, J. Lisboa, R. Mirandola, C. Shecaira and V. Gomes. 2012a. Leukograms of healthy Holstein calves within the first month of life. *Pesq. Vet. Bras.* 32(4): 352-356.
- Benesi, F., C. Teixeira, J. Lisboa, M. Leal, E. Birgel, J. Elizabeth Bohland e R. Mirandola. 2012b. Eritrograma de bezerras sadias, da raça Holandesa, no primeiro mês de vida. *Pesq. Vet. Bras.* 32(4):357-360.
- Bittar, J., M. Ribeiro, A Marciano, J. Salcedo y O. Martins. 2004. Perfil fenotípico de linfócitos periféricos de bovinos de raças européias. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 56(1): 107-110.
- Blandino, T y M. Alonso. 2004. Resistencia del ternero a *Babesia bovis* y protección frente a un aislamiento heterólogo. *Rev. Salud Anim.* 26(2): 108-111.
- Blood, C y O. Radostits. 1992. *Medicina Veterinaria.* 7 ed. Interamericana-MacGraw-Hill. México
- Brandt, C., C. Leite¹, R. Manhaes, C. Filho, F. Manhaes e C. Barbosa. 2005. Avaliação do efeito da esplenectomia e auto-implante esplênico sobre algumas funções de monócitos em crianças com esquistossomose mansônica *Revista da Sociedade Brasileira Med. Trop.* 38(1): 38-42.
- Cotter, S. 2001. *Hematology.* Teton New Media. USA.
- Dark, M., B. Al-Khedery and A. Barbet. 2011. Multistrain genome analysis identifies candidate vaccine antigens of *Anaplasma marginale*. *Vaccine.* 29: 4923-4932.
- Espinoza, E., N. González y H. López. 2002. Hemoparásitos en becerros esplenectomizados bajo condiciones de pastoreo. *Veterinaria Trop.* 27(2): 99-110.
- Facury, P., A. Carvalho, E. Facury, C. Valgas and M. Barbosa. 2012. Evaluating the effectiveness of an inactivated vaccine from *Anaplasma marginale* derived from tick cell culture. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 21(2): 112-117.
- Giardina, S., P. Aso and A. Bretaña. 1993. Antigen recognition on *Anaplasma marginale* and bovine erythrocytes: an electron microscopy study. *Veterinary immunology and immunopathology.* 38: 183-191.
- Góes, G. 2007. Aspectos clínicos e epidemiológicos das infeccoes por *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* e *Anaplasma marginale* em bezerros da raça Nelore no Estado de Sao Paulo. Tesis de Doctorado en Medicina Veterinaria. UNESP. FMVZ. Botucatu. Brasil.
- Harvey, J. 2001. *Atlas of veterinary hematology: blood and bone marrow of domestic animals.* Saunder. China.
- Jain, N. 1986. *Schalm's Veterinary hematology.* 4 ed. Lea and Febiger. USA.
- Kaneko, J. 1989. Appendixes. En Kaneko, J (Ed). *Clinical biochemistry of domestic animals.* Academic Press. San Diego. USA. pp. 877-901.
- Murta, C. 2005. Estudo experimental da resposta inmune celular de bovinos vacinados com o peptideo sintético SBbo23290 no controle da babesiose por *Babesia bovis* (Babes, 1988). Tesis de Maestría en Medicina Veterinaria. UFV. PPGMV. Minas Gerais. Brasil.
- Ochoa, J., M. Di Silvio, A. Lichtiger, L. Padilla y T. Billiar. 2003. Efectos de las citocinas esplénicas sobre la función hepatocelular:

- La esplenectomía disminuye la producción hepática de óxido nítrico. 8(3): 47-51.
- Petrie, A and P. Watson. 2006. *Statistic for veterinary and animal science*. 2ed. Blacwell Publishing. UK.
- Reinbold, J., J. Coetzee, L. Hollis, J. Nickel, C. Riegel, J. Christopher and R. Ganta 2010. Comparison of iatrogenic transmission of *Anaplasma marginale* in Holstein steers via needle and needle-free injection techniques. *Am. J. Vet. Res.* 71(10): 1178-1188.
- Rengifo, S., R. Silva, R. Botteon e P. Botteon. 2010. Hemograma e bioquímica sérica auxiliar em bezerros mestiços neonatos e ocorrência de enfermidades. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, .62 (4): 993-997.
- Rojas, E., J. Mosqueda, J. Álvarez, R. Hernández, J. Ramos, C. Rojas, C. Vega y J. Figueroa. 2011. Transmisión de cepas atenuadas de *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* por garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(3): 267-281.
- Sandoval, E. 1994. Variaciones fisiopatológicas de la anemia en ovejas infectadas experimentalmente con *Trypanosoma vivax*. Tesis de Maestría en Patología Veterinaria. UCV. FCV. Maracay. Venezuela.
- Shkap, V., A. de Vos, E. Zwegarth and F. Jongejan. 2007. Attenuated vaccines for tropical theileriosis, babesiosis and heartwater: the continuing necessity. *Trends in Parasitol.* 23(9): 420-426.
- Tavares, L. 2007. Anaplasmosse bovina: parâmetros clínicos e patologia clínica em bezerros infectados experimentalmente. Tesis de Maestría Medicina Veterinaria. UFMG. Escola de Veterinaria- Belo Horizonte. Brasil.

NOTA TÉCNICA

Digestibilidad *in vitro* ileal y total de *Morus alba* L. y *Trichanthera gigantea* (H & B), como alimento para cerdos

Ileal and total *in vitro* digestibility of *Morus alba* L. and *Trichanthera gigantea* (H& B) Nees, as feed for pigs

Yasmani Caro¹, Julio Ly¹, Enrique J. Delgado² y Pok Samkol³

¹Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Cuba.

²Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad de México, México.

³ Centro para el Desarrollo de la Agricultura y la Ganadería (CelAgrid). Phnom Penh, Camboya.

RESUMEN

Se hicieron estudios *in vitro* de la digestibilidad ileal y total en cuatro lotes de harina de hojas de *Morus alba* y *Trichanthera gigantea* (H & B) Nees usadas para alimentar cerdos. Las harinas de hojas de *Morus alba* y *Trichanthera gigantea* (H & B) Nees tenían como promedio, 31,5 y 50,5% de fibra detergente neutro (FDN) y 22,19 y 21,88% de proteína bruta (Nx6,25), en base seca, respectivamente. Se encontró que la digestibilidad ileal, *in vitro* del N fue significativamente ($P<0,001$) más alta en la morera que en la tricantera (45,0 y 35,0% respectivamente). La digestibilidad fecal, *in vitro* de la materia orgánica fue más alta ($P<0,001$) en la morera que en la tricantera (65,2 y 40,0% respectivamente). Los datos de digestibilidad ileal, *in vitro*, estuvieron asociados con el contenido de N ligado a la pared, mientras que los de digestibilidad fecal, *in vitro*, se correspondieron con la producción de ácidos grasos de cadena corta (R^2 , 0,996; $P<0,001$). Estos estudios confirmaron el alto valor nutritivo de la harina de hojas de morera dada a cerdos en crecimiento. La harina de hojas de tricantera mostró un valor nutritivo evidentemente inferior en comparación con el de la morera.

Palabras clave: *Morus alba*, *Trichanthera gigantea*, digestibilidad *in vitro*, íleal, total.

ABSTRACT

Studies were conducted mimicking mouth to ileum (*in vitro*, pepsin/pancreatin) and mouth to rectum (*in vitro*, fecal) digestibility in four batches of mulberry (*Morus alba* L.) and tricantera (*Trichanthera gigantea* (H & B) Nees) leaf meals used for feeding pigs. Mulberry and tricantera leaf meals contained on average, 31.5 and 50.5% cell wall and 22.19 and 21.88% of crude protein (Nx6.25) in dry basis, respectively. It was found that ileal, *in vitro* N digestibility was significantly ($P<0.001$) higher in mulberry meal than in tricantera meal (45.0 and 35.0% respectively). Fecal, *in vitro* digestibility of organic matter was higher in mulberry than in tricantera meal (65.2 and 40.0% respectively.) Data of ileal, *in vitro* digestibility were associated to the N linked to cell wall, whereas fecal, *in vitro* digestibilities were related to production of short chain fatty acids (R^2 , 0.996; $P<0.001$). These studies confirmed the high nutritive value of mulberry leaf meal given to growing pigs. Trichanthera leaf meal showed a lower nutritive value as compared to that of mulberry.

Key words: *Morus alba*, *Trichanthera gigantea*, *in vitro* digestibility, ileum, rectum.

INTRODUCCION

El uso del follaje de morera (*Morus alba* L.) como recurso alimentario de la ganadería en el trópico se mantiene como una alternativa interesante (Sánchez, 2000; Medina *et al.*, 2009). Dentro de los animales de granja, los cerdos han sido considerados como candidatos para ser alimentados con follaje de morera en varios países del trópico americano (Osorto, 2003; Tepper, 2006). En estudios del valor nutritivo de harina de hojas de morera, tanto en condiciones *in vivo* como *in vitro*, se ha encontrado que es importante el aprovechamiento digestivo por cerdos en crecimiento (Ly *et al.*, 2001a, 2004; Samkol *et al.*, 2004, 2011). Por otra parte, los ensayos hechos con otra especie arbórea no leguminosa, la tricantera (*Trichanthera gigantea* (H & B) Nees) no han sido prometedores para su uso en el ganado porcino, a pesar de su contenido de proteína cruda (Ly *et al.*, 2001).

El objetivo de este experimento fue determinar la digestibilidad *in vitro* ileal y total de la harina de hojas de morera, comparados con las de tricantera, como alimentos potenciales en la nutrición de cerdos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron estudios de digestibilidad *in vitro*: boca-íleon (pepsina/pancreatina) y boca-recto (fecal) en muestras representativas de cuatro lotes de harina de hojas de morera (*Morus alba* L.) y de tricantera (*Trichanthera gigantea* (H & B) Nees) que procedían de plantaciones con cortes periódicos a 60 días. Las plantaciones estaban

localizadas en la granja del Centro, en Chamcar Daung, cercano a Phnom Penh, Camboya, y la tricantera era de origen colombiano, mientras que la morera era vietnamita. Las harinas de hojas, lámina y peciolo, de morera y tricantera tuvieron como origen inmediato, cuatro cortes consecutivos. La harina se obtuvo después de separar las hojas de los tallos, secarlas al sol y molerlas en un molino de martillo con criba igual a 1 mm.

Estas harinas fueron muestreadas, convenientemente, por el método del cuarteo cuando estaban en el proceso de desecación al sol, extendidas en el suelo sobre láminas de polietileno. Las muestras de morera y tricantera tenían como promedio en base seca, 31,5 y 50,5%, de FDN, y 22,19 y 21,88% de proteína bruta (Nx6,25), respectivamente. Otras características de las hojas aparecen listadas en el Cuadro 1.

Se hicieron evaluaciones de digestibilidad *in vitro* (pepsina/pancreatina) simulando la digestibilidad ileal *in vivo*, de acuerdo con procedimientos descritos por Ly *et al.* (2001a) para las harinas de las hojas de morera y tricantera. Este procedimiento implica la incubación en dos pasos de la muestra durante cuatro horas cada uno (Dierick *et al.*, 1985). Se usó caseína como sustancia de referencia.

Para la determinación de la digestibilidad fecal, *in vitro*, se utilizó como inóculo, el material fecal recientemente emitido por dos cerdos adultos usados como animales donantes. El inóculo fue preparado con un tampón de fosfato 0,2N, siguiendo las recomendaciones de Lowgreen

Cuadro 1. Características de las harinas de hojas arbóreas (por ciento en base seca).

	Harina de hojas ¹	
	Tricantera	Morera
Análisis		
Materia seca	26,5	33,5
Ceniza	14,5	13,7
Materia orgánica	85,5	86,3
FDN	50,5	31,5
Proteína bruta, Nx6.25	21,88	22,19

¹ Lámina y peciolo, de cortes cada 60 días.

(1992). Las incubaciones, hechas durante 48 horas a 39°C fueron cuatro por tipo de follaje y en condiciones de anaerobiosis bajo ambiente de CO₂ a pH 6,9 después de predigerir 0,5 g de muestra con pepsina/pancreatina (*vide supra*). Al término de la incubación se tomaron muestras alícuotas del sobrenadante con el fin de medir la concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) totales por una técnica estándar de arrastre con vapor de agua (Phinmasan *et al.*, 2004). Se utilizó almidón de arroz y celulosa de madera como sustancias de referencias en este segundo tipo de incubación *in vitro*.

La determinación de MS, cenizas y N de las muestras de harina se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos por la AOAC (2000), mientras que la fibra detergente neutro (FDN) se midió de acuerdo con Van Soest *et al.* (1991) y el N ligado a la pared celular (N-FDN) se hizo mediante la técnica de Licitra *et al.* (1996). Se consideró que el contenido de materia orgánica de las muestras fue igual a restar de 100 el por ciento de cenizas. Todos los análisis se llevaron a cabo al menos por duplicado.

Los cálculos de digestibilidad *in vitro* se hicieron por procedimientos descritos para métodos gravimétricos. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico Minitab (2000) siguiendo la técnica del análisis de varianza, de acuerdo con una clasificación simple (Steel *et al.*, 1997). Se estableció el grado de dependencia lineal entre la producción de ácidos grasos de

cadena corta y la digestibilidad *in vitro*, fecal, de materia orgánica mediante análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad ileal, *in vitro* del N fue ($P < 0,001$) más alta en la morera (45%) que en la tricantera (35%). La misma tendencia fue observada para digestibilidad ileal, *in vitro*, de la MS y la materia orgánica (MO), tal como se presenta en el Cuadro 2. Estos resultados coinciden con los reportados por Samkol *et al.* (2004) y Samkol *et al.* (2011), y su relación con digestibilidad *in vivo* total (Ly *et al.*, 2001, 2004). También se observó que el N ligado a la pared celular fue menor en las hojas de morera en comparación con las de tricantera. De hecho, los datos de digestibilidad ileal, *in vitro*, estuvieron asociados con el contenido de N ligado a la pared, de forma aparentemente inversa, como fue sugerido por Licitra *et al.* (1996) y también por Ly *et al.* (2001b).

Los datos correspondientes a la digestibilidad fecal, *in vitro*, se muestran en el Cuadro 3. Estos resultados de la digestibilidad fecal *in vitro* siguieron la misma dirección que en condiciones de incubación con pepsina/pancreatina, con ventajas significativas ($P < 0,001$) para las hojas de morera. El *status* de los AGCC totales se correspondió muy estrechamente con la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (r , 0,998; $P < 0,001$), lo cual está en línea con los resultados de Awati *et al.* (2006). Esto puede observarse en la Figura.

Cuadro 2. Digestibilidad ileal, *in vitro* (pepsina/pancreatina), de harinas de hojas arbóreas.

	Harina de hojas, 50% en dieta		ES ±
	Tricantera	Morera	
n ¹	4	4	-
Digestibilidad <i>in vitro</i> , % ²			
Materia seca	33,0	55,5	4,8***
Materia orgánica	34,3	58,1	3,3***
Proteína	35,0	45,0	3,0***
N-FDN, % del N total	50,0	35,0	4,5***

¹ Cuatro lotes de harinas de hojas de árboles, en cuatro cortes sucesivos de 60 días cada uno.

² La digestibilidad *in vitro* de la proteína en la caseína fue 98,5%.

*** $P < 0,001$.

Cuadro 3. Digestibilidad fecal, *in vitro*, de harinas de hojas arbóreas.

	Harina de hojas, 50% en dieta		ES \pm
	Tricantera	Morera	
n	4	4	-
Digestibilidad <i>in vitro</i> , % ¹			
Materia seca	38,8	63,7	3,1***
Materia orgánica	40,0	65,2	3,3***
Proteína	39,0	50,5	2,5***
AGCC, mmol/g materia orgánica	4,75	5,90	0,20***

¹ La digestibilidad *in vitro* de la proteína en la caseína fue 98,5%.

*** P<0,001.

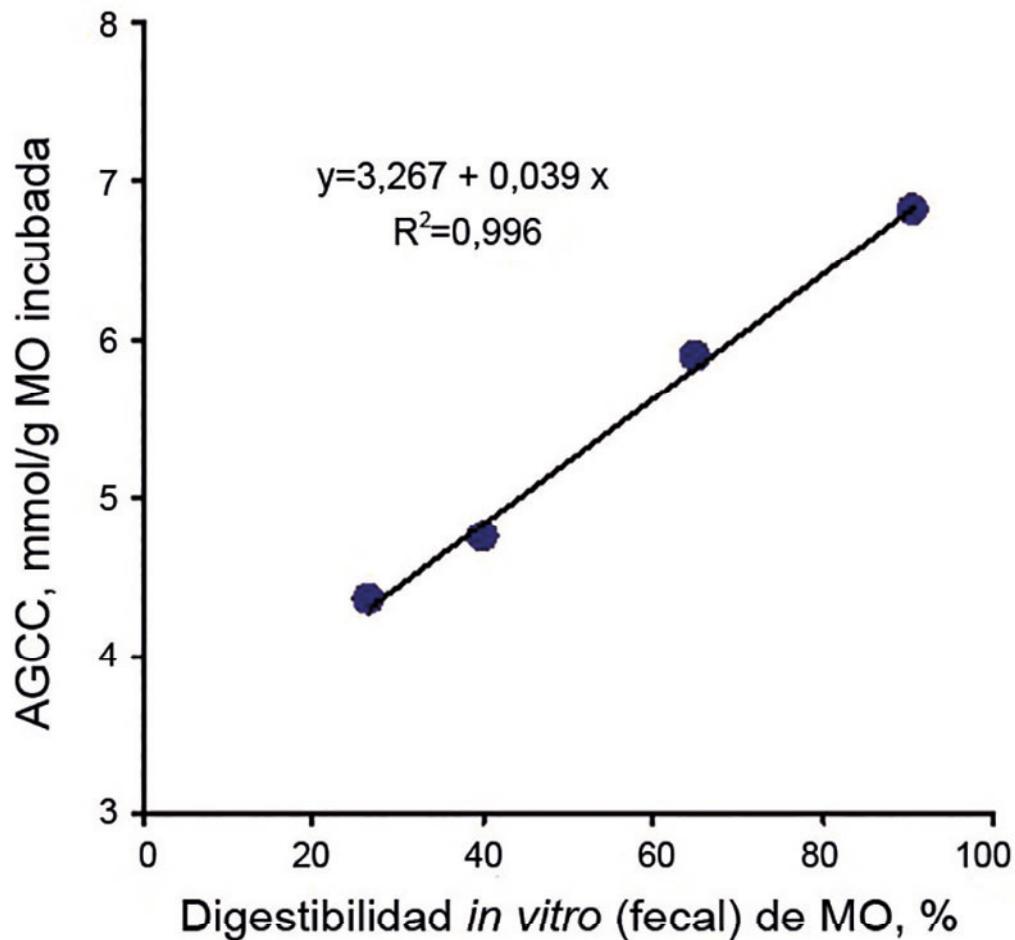


Figura. Interdependencia entre la digestibilidad *in vitro*, fecal, de la materia orgánica (MO) y la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Cada punto es el promedio de cuatro muestras (tamaño de población, 16).

Se hizo evidente que los valores encontrados para la digestibilidad fecal *in vitro* (Cuadro 3) de las muestras de las hojas arbóreas que se examinaron en esta investigación fueron más altos que los correspondientes a la digestibilidad ileal, *in vitro*, por incubación con pepsina/pancreatina (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los habitualmente hallados en alimentos convencionales (Lowgreen 1992). Si se considera que la diferencia entre la digestibilidad fecal y la ileal equivale a la digestión en el intestino grueso, podría asumirse que la harina de hojas de morera es más desgradable por la vía fermentativa en el ciego y colon, que la harina de hojas de tricantera.

Esto a su vez podría indicar que la morera, cuando se compara con la tricantera, puede proveer a los cerdos una mayor cantidad de productos finales del metabolismo bacteriano, en forma de AGCC (Awati *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Estos estudios confirmaron el alto valor nutritivo de la harina de hojas de morera, tanto a nivel ileal como rectal, suministrado a cerdos en crecimiento. Comparativamente, la harina de hojas de tricantera mostró un valor nutritivo evidentemente inferior al de morera

LITERATURA CITADA

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (K. Helrick, editor). Arlington, 2.200 p.
- Awati, A., B. A. Williams, M. W. Bosch, Y. C. Li and M. W. A. Verstegen. 2006. Use of the *in vitro* cumulative gas production technique for pigs: an examination of alterations in fermentation products and substrate losses at various time points. *Journal of Animal Science* 84:1110-1118.
- Dierick, N., I. Vervaeke, J. Decuypere and H. K. Henderickx. 1985. Protein digestion in pigs measured *in vivo* and *in vitro*. In: *Digestive Physiology in the Pig* (A. Just, H. Jorgensen y J.A. Fernández, editores). 580 Beretnig Statens fra Husdyrbrugsforsog. Copenhagen, pp. 329-332.
- Licitra, G., T. M. Hernández and P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation in ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology* 57:347-358.
- Lowgreen, W. 1992. An *in vitro* method for studying digestion of dietary components and the energy value of pig feeds. Thesis of PhD. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 102 p.
- Ly, J., P. Samkol and Ch. Phiny. 2004. An approach to N balance in pigs fed high levels of trichantera and mulberry leaf meal. In: VII Taller Internacional Silvopastoril "Los Arboles y Arbustos en la Ganadería". Ciudad de Holguín (Cuba), versión electrónica disponible en disco compacto ISBN 959-16-6285-1.
- Ly, J., T. Chhay, Ch. Phiny and T. R. Preston. 2001a. Some aspects of the nutritive value of leaf meals of *Trichanthera gigantea* and *Morus alba* for Mong Cai pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 13(3): versión electrónica disponible en línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/ly133.htm>
- Ly, J., P. Samkol and T. R. Preston. 2001b. Nutritional evaluation of tropical leaves for pigs: pepsin/pancreatin digestibility of thirteen plant species. *Livestock Research for Rural Development* 13(5): versión electrónica disponible en línea: <http://www.cipav.org/lrrd/lrrd13/5/ly135.htm>.
- Medina, M. G., D. E. García, P. Moratinos e I. J. Cova. 2009. La morera (*Morus spp*) como recurso forrajero: avances y consideraciones de investigación. *Zootecnia Trop.*, 27(2):343-362.
- Minitab 2009. Minitab 15 Statistical Software. Minitab In Company. State College (Pennsilvania). Versión electrónica disponible en línea: <http://www.minitab.com>
- Osorto, W. A. 2003. Harina de morera como ingrediente de la ración alimenticia de cerdos en crecimiento y engorda. Tesis MSci. Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal. Conkal (México), 86 p.

- Phinmasan, H., P. Samkol and J. Ly. 2004. A note on the estimation of metabolites in hard faeces of rabbits. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 11(2):37-41.
- Samkol, P., H. Araque, C. González and J. Ly. 2011. An approach to the chemical composition and *in vitro* digestibility of mulberry and trichanthera leaf meals for pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 18(3):199-202.
- Samkol, P., Y. Bun, C. Díaz, M. Macías and J. Ly. 2004. The nutritive value for monogastric animals of tropical tree leaves may be a response of its physico-chemical properties. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 11(suplemento 1):30-32.
- Sánchez, M. D. 2000. Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide. *World Animal Review* 93:1-21.
- Steel, R. G. D., J. H. Torrie and M. Dickey. 1997. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. McGraw and Hill Book Company In Company (second edition). New York, 666 p.
- Tepper, R. J. 2006. Comportamiento productivo de de cerdos estabulados y a campo alimentados con recursos alternativos. Tesis MSci. Universidad Central de Venezuela. Maracay, 57 p.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3593.

NORMAS DE PUBLICACIÓN (Instrucción a los Autores)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- *Revista (ya publicada)*

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

- *Revista (aceptado, pero no publicado)*

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

- *Suplemento de revista*

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

- *Libros*

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

- *Capítulos de libros*

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

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

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

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

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

- *Tesis y Trabajos de Ascenso*

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

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

- *Revistas y otras fuentes electrónicas:*

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

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

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

- *Publicaciones Misceláneas*

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

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

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

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

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

Zoo|ecnia
ropical

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