

**HEMATOLOGÍA, METABOLITOS SANGUÍNEOS Y PESO DE ÓRGANOS DE CERDOS EN  
CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON HARINA DE PIJIGUAO  
(*Bactris gasipaes* H.B.K.) Y LISINA**

***Hematology, Blood Metabolites and Organ Weights of Growing Pigs Fed  
Peach-Palm Meal (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and Lysine***

Janeth J. Colina<sup>\*1</sup>, Daniel Rico<sup>\*\*</sup>, Humberto E. Araque<sup>\*\*</sup>, Emma Rueda de A.<sup>\*</sup>, Milagro V.  
León<sup>\*</sup>, Crisna L. Tovar<sup>\*</sup> y Mario Rossini<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias. <sup>\*\*</sup>Facultad de Agronomía,  
Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua. 2101.Venezuela

**Correo-E: [janethcolina@hotmail.com](mailto:janethcolina@hotmail.com)**

Recibido: 14/01/10 - Aprobado: 30/04/10

RESUMEN

Para evaluar la hematología, los metabolitos sanguíneos y el peso de órganos de cerdos en crecimiento alimentados con harina de pijiguao (HP) y lisina sintética (LS), se utilizaron 72 cerdos machos castrados, del cruce de las razas Yorkshire x Landrace de  $30 \pm 0,5$  kg. Los cerdos fueron distribuidos en seis tratamientos en un diseño al azar con arreglo factorial 2x3: dos niveles de LS (0 y 0,27%) y tres de HP (0, 25, y 50%), con cuatro réplicas por tratamiento y tres cerdos por unidad experimental. El estudio se condujo durante seis semanas y se tomaron muestras sanguíneas al inicio, en la tercera y sexta semana. Se evaluaron variables hematológicas: hemoglobina, recuento de eritrocitos y leucocitos, fórmula leucocitaria, hematocrito, volumen corpuscular medio (VCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM). Los metabolitos evaluados fueron, proteínas plasmáticas totales, enzimas alanina aminotransferasa (ALT) y aspartato aminotransferasa (AST), úrea, glucosa y fructosamina. Al final del experimento, se sacrificaron 24 cerdos (cuatro por tratamiento) y se pesaron los pulmones, corazón, estómago,

ABSTRACT

To evaluate the hematology, blood metabolites, and organ weights in growing pigs fed peach-palm meal (PPM) and synthetic lysine (SL), 72 crossbred (Yorkshire x Landrace) barrows ( $30 \pm 0.5$  kg) were used. Pigs were allotted into six treatments in a completely randomized design with a 2 x 3 factorial arrangement, with two levels of SL (0 and 0.27%) and three levels of PPM (0, 25 and 50%), with four replications per treatment and three pigs per experimental unit. The study lasted six weeks and blood samples were collected at the onset of the assay and at third and sixth weeks. The hematological variables evaluated were hemoglobin, erythrocytes and leukocyte count, total leukocyte count, hematocrit, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC). Blood metabolites evaluated were: total plasma proteins, urea, glucose, fructosamine, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST). At the end of the trial, 24 pigs were slaughtered (four/treatment) and the lungs, heart, stomach, pancreas, small intestine, liver, spleen, and kidneys were weighed. The PPM x SL interaction did not significantly

<sup>1</sup> A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

páncreas, intestino delgado, intestino grueso, hígado, bazo y riñones. La interacción HPxLS no afectó ninguna de las variables estudiadas. La LS no afectó la hematología, mientras que la HP (25 y 50%) redujo el recuento de eritrocito ( $P < 0,05$ ), el hematocrito ( $P < 0,05$ ) y la hemoglobina ( $P = 0,09$ ), sin variaciones significativas sobre la VCM, CHCM y el recuento de leucocitos con respecto al grupo sin HP. Las proteínas totales fueron menores en los cerdos alimentados con HP ( $P < 0,01$ ) y la úrea disminuyó por efecto de la LS ( $P < 0,05$ ). La AST fue menor ( $P = 0,01$ ) en los cerdos con LS con respecto al grupo sin LS. Los cerdos que consumieron dietas con 25% HP tendieron a presentar ( $P = 0,10$ ) estómagos más pesados que el grupo de la dieta basal y el que recibió 50% HP ( $P = 0,06$ ). El bazo resultó menos pesado ( $P < 0,01$ ) en los cerdos alimentados con 25 y 50% HP, que el grupo sin HP. La HP conjuntamente con LS en las dietas de cerdos en crecimiento no ocasionaron efectos negativos sobre la hematología, los metabolitos sanguíneos y el peso de los órganos.

**(Palabras clave:** Cerdo, *Bactris gasipaes*, lisina, hematología, metabolitos, peso, órganos)

influence the variables studied. The SL did not affect hematology, while PPM (25 and 50%) significantly decreased erythrocyte count ( $P < 0,05$ ), hematocrit ( $P < 0,05$ ) and hemoglobin ( $P = 0,09$ ), without significant variations in MCV, MCHC, and leukocyte count, when compared to pigs that were fed no PPM. Pigs fed PPM had lower total proteins ( $P < 0,01$ ) and the SL reduced urea ( $P < 0,05$ ). The AST was lower ( $P = 0,01$ ) in pigs fed SL than in pigs without SL. Pigs that consumed 25% PPM tended to have ( $P = 0,10$ ) heavier stomachs than those fed basal diet or 50% PPM ( $P = 0,06$ ). Pigs fed 25 and 50% PPM exhibited the lightest spleens ( $P < 0,01$ ), compared to those without PPM. The PPM together with SL in the diet of growing pigs had no detrimental effects on hematological variables, blood metabolites, and organ weights.

**(Key words:** Pigs, *Bactris gasipaes*, lysine, hematology, metabolites, weight, organ)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción porcina demanda la realización de estudios orientados a incrementar la producción de proteína animal utilizando cerdos de rápido crecimiento y buen rendimiento en canal, además de enfatizar en aspectos indicativos de la salud y el metabolismo del animal. En tal sentido, es fundamental, la búsqueda de una máxima respuesta animal utilizando ingredientes alternativos en la alimentación que no comprometan la salud. Los cerdos están expuestos a gran cantidad de metabolitos secundarios con posibilidad de ocasionar patologías que afecten negativamente el rendimiento productivo, aumentando los requerimientos nutricionales, ya que los nutrientes que deben ser aprovechados por el cerdo para maximizar su crecimiento, se utilizan para activar el sistema inmunológico (Johnson *et al.*, 2001).

La harina integral de pijiguo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) proveniente de una palmera tropical de

la familia Arecaceae, ha resultado un ingrediente energético alternativo promisorio en sustitución del maíz como cereal principal en las dietas para cerdos, sin comprometer la ganancia de peso pero que disminuye el consumo de alimento (Rico *et al.*, 2009). En tal sentido, es necesario considerar que el valor nutricional de la harina de pijiguo y el metabolismo de los nutrientes pueden verse afectados por la presencia de compuestos bioactivos tales como los factores antinutricionales, los cuales son de gran importancia debido a su abundancia en los cereales utilizados para la alimentación de cerdos (Huisman *et al.*, 1990). Aunque estudios previos realizados con ratas, reportaron que la harina de pijiguo no afecta las variables hematológicas y la química sanguínea (Cómez *et al.*, 1998), y no se ha determinado la presencia de factores antinutricionales en este ingrediente (Baldizán, 2004), el estudio de Murillo *et al.* (1983) sugirió que la harina de pijiguo contiene un inhibidor de la actividad de la tripsina de bajo peso molecular.

Por otra parte, las dietas para cerdos con bajo contenido proteico y suplementadas con aminoácidos sintéticos, como la lisina (el primer aminoácido limitante en estas dietas), constituyen una alternativa para minimizar la excreción de nitrógeno, maximizando la utilización de la proteína de la dieta (Gómez *et al.*, 2002), la cual puede incrementar, de manera indirecta, el requerimiento para funciones de mantenimiento. Igualmente, pudiese causar la distribución de nutrientes hacia los órganos viscerales, aumentando su peso (Pond *et al.*, 1990).

Los antecedentes existentes denotan la utilidad de la harina de pijiguao como ingrediente energético en dietas para cerdos (Murillo, 1991; González *et al.*, 1997; Rico *et al.*, 2009) y la importancia de la lisina como aminoácido de referencia en esas dietas (Lewis, 2001). En tal sentido, y en vista que la composición de la dieta produce respuestas fisiológicas específicas en los cerdos, el estudio de indicadores serológicos (hematológicos y químicos) y el tamaño de los órganos en cerdos alimentados con la harina de pijiguao, podría contribuir, en caso de haberlos, a evaluar los efectos producidos por factores antinutricionales que podrían estar presentes en este ingrediente. El objetivo de este estudio fue determinar la hematología y algunos metabolitos sanguíneos, así como el peso de los órganos de cerdos en crecimiento, alimentados con harina integral de pijiguao y lisina sintética.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Ubicación del estudio y animales**

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio Sección Porcinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) en Maracay, estado Aragua, durante un período de seis semanas entre los meses de abril y mayo de 2008. La zona donde se desarrolló el estudio está a 67°36'36" longitud Oeste, 10°16'20" latitud Norte y 443 m.s.n.m, con una temperatura anual que oscila entre de 23,0 y 32,7 °C, y una pluviosidad promedio anual de 1063 mm.

Se utilizaron 72 cerdos machos castrados, resultado del cruce de las razas Yorkshire x Landrace, provenientes de una granja comercial; desparasitados con ivermectina (30 d) y vacunados contra Peste Porcina Clásica (70 d), Micoplasma (28 y 42 d), Pseudorabia (49 d), y Fiebre Aftosa (56 d). El peso

promedio inicial y final de los cerdos fue 30,00 ± 0,5 kg y 64,02 ± 1,90 kg, respectivamente. A su llegada a la granja experimental, los cerdos fueron alojados al azar, a razón de tres por corral, teniendo 24 corrales de 4 m<sup>2</sup> y fueron adjudicados a una de las seis dietas experimentales, con cuatro réplicas cada una. Cada corral estuvo equipado con un comedero fijo de concreto y un bebedero tipo chupón para suministro de alimento y agua *ad libitum*.

### **Dietas experimentales**

Las dietas experimentales que representan los tratamientos del estudio se muestran en la Tabla 1. En las dietas que contenían harina de pijiguao (HP), este ingrediente sustituyó el 25 y 50% de la energía digestible (ED) aportada por el maíz (NRC, 1998) y se formularon de acuerdo a los requerimientos de la NRC (1998), para obtener una concentración final de 0,95% de lisina total y 18% de proteína cruda (PC), proveniente principalmente de la harina de soya en las tres dietas sin lisina sintética (LS). En las otras tres dietas, se mantuvo la misma cantidad de lisina total, reemplazando una porción de la harina de soya por L-lisina HCl (78% lisina) y disminuyendo el contenido de PC en 2,5%. A todas las dietas se le realizaron análisis químicos para determinar su composición (AOAC, 1990). La harina integral de pijiguao utilizada provino de frutos frescos enteros molidos y secados en estufa a 65°C durante 72 h. Se realizaron análisis químicos para determinar la composición de la harina de pijiguao, siguiendo la metodología de la AOAC (1990), solubilidad de la proteína con pepsina y KOH, la presencia de inhibidores de tripsina (Hamerstrand *et al.*, 1981), taninos condensados (Porter *et al.*, 1986), metabolitos secundarios de acuerdo a lo descrito por Pizzani *et al.* (2008) y aflatoxinas. En la Tabla 2, se presentan los resultados de la composición química y los factores antinutricionales de la harina integral de pijiguao utilizada en el estudio.

### **Hematología y metabolitos sanguíneos**

Para la determinación de las variables hematológicas y los metabolitos sanguíneos se tomaron muestras de sangre a todos los cerdos, antes de iniciar el experimento y en la tercera y sexta semana de la fase experimental, entre las 08:00 y 10:00 h. Los cerdos fueron inmovilizados utilizando un sujetador nasal metálico y las muestras de sangre se extrajeron

**Tabla 1.** Composición de las dietas experimentales

Lisina sintética (%)	0			0,27		
	0	25	50	0	25	50
Harina de Pijiguo (%) <sup>a</sup>						
<b>Ingrediente (%)</b>						
Maíz	65,16	52,36	37,26	71,10	58,00	44,27
Harina de pijiguo	-	15,96	31,92	-	15,96	31,90
Harina de soya (46% PC)	27,96	27,96	27,96	19,90	19,90	19,90
Grasa amarilla	3,00	0,75	0,00	3,65	1,47	0,00
Salvado de trigo	1,09	0,15	0,00	2,00	1,30	0,51
Carbonato de Calcio	1,15	1,02	0,90	1,10	0,95	0,80
Fosfato dicálcico	0,84	0,98	1,11	0,99	1,12	1,26
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premezcla Vitam. + Min. <sup>b</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina.HCl (78% lisina)	-	-	-	0,27	0,27	0,27
L-triptófano	-	0,01	0,02	0,03	0,06	0,07
L-treonina	-	0,00	0,00	0,10	0,10	0,12
DL-metionina	-	0,01	0,03	0,07	0,07	0,10
<b>Composición química</b>						
Proteína Cruda (N x 6,25) %	18,29	18,28	18,06	15,80	15,77	15,84
Lisina total (%)	0,98	0,96	0,97	0,96	0,95	0,98
Fibra cruda (%)	3,36	4,23	4,96	3,25	3,82	4,31
Extracto etéreo (%)	5,72	5,57	5,96	6,40	6,50	5,76
Energía Digestible, kcal/kg <sup>c</sup>	3470	3470	3490	3470	3470	3490

<sup>a</sup> Se sustituyó el 25% y 50% de la energía digestible aportada por el maíz (3525 kcal/kg) según el NRC (1998) por la energía digestible de 3810 kcal/kg de la harina de pijiguo según González *et al.* (1997).

<sup>b</sup> Proporciona las siguientes cantidades por kg de dieta: Vitamina A, 7000 UI; Vitamina D3, 2000 UI; Vitamina E, 5 UI; Vitamina K3, 2 mg; Tiamina, 1,5 mg; Riboflavina, 4 mg; Piridoxina, 3 mg; Vitamina C, 70 mg; Ácido nicotínico, 20 mg; Acido pantoténico, 8 mg; Colina, 130 mg; Se, 0,23 mg; Mn, 50 mg; Zn, 60 mg; Cu, 40 mg; Fe, 80 mg; Co, 0,10 mg.

<sup>c</sup> Valor calculado

por duplicado mediante punción de la vena yugular externa, utilizando agujas de 21 G x 1 1/2" y tubos al vacío de 5 mL con y sin anticoagulante. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV, donde fueron analizadas. Las muestras sanguíneas para hematología fueron procesadas dentro de las 8 h posteriores a su recolección. Para la determinación de los metabolitos sanguíneos, el plasma fue separado por centrifugación a 6000 g a 4°C y congelado en alícuotas de 2 mL a -20°C hasta la realización de los análisis respectivos.

La hematología incluyó la determinación de la concentración de hemoglobina (método de la cianometahemoglobina), hematocrito (método de

microhematocrito), y el recuento de eritrocitos en cámara de Neubauer. Además, se determinaron los índices eritrocíticos que incluyeron la determinación del volumen corpuscular medio (VCM) [(hematocrito/eritrocitos) x 10] y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) [(hemoglobina/hematocrito) x 100]. Se realizó el recuento de los leucocitos utilizando la cámara de Neubauer y el recuento diferencial de neutrófilos, basófilos, eosinófilos, linfocitos y monocitos mediante frotis coloreado por tinción de Romanowsky (Prophet *et al.*, 1992). Se determinó la cantidad leucocitaria absoluta [(leucocitos totales x cantidad relativa de cada tipo de leucocito)/cantidad absoluta x 100]. Se determinaron las proteínas plasmáticas totales

utilizando el reactivo de Biuret (Henry y Todd, 1964). La determinación de los metabolitos sanguíneos incluyó la concentración de urea plasmática utilizando una técnica colorimétrica enzimática (Henry y Todd, 1964); la concentración de glucosa por el método enzimático-espectrofotométrico de la Glucosa Oxidasa/Peroxidasa (Trinder, 1969) y la fructosamina por colorimetría (Ambruster, 1987). La concentración de las enzimas alanina aminotransferasa (ALT) y aspartato aminotransferasa (AST), se determinó a través de un *kit* comercial marca Concepta (*BioSystems S.A*), leyendo la absorbancia a una longitud de onda de 505 nm.

### **Peso de los órganos**

Para determinar el peso de los órganos, al final del experimento se tomaron al azar 24 cerdos (cuatro cerdos por tratamiento) los cuales se sometieron a un período de ayuno de 24 h, transcurrido ese tiempo fueron pesados y sacrificados en la sala de matanza del Laboratorio Sección Porcinos de la Facultad de Agronomía de la UCV, donde se realizó el procedimiento tradicional de matanza a través del aturdimiento, sangrado y eviscerado. Los pulmones,

corazón, estómago, páncreas, intestino delgado, intestino grueso, hígado, bazo y riñones fueron removidos de las cavidades de cada cerdo y pesados. Se determinó el peso del estómago sin contenido, el peso del intestino delgado y el intestino grueso con su contenido. El hígado se pesó con la vesícula biliar y al páncreas se le removió la grasa asociada.

### **Diseño del experimento**

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos, con dos niveles de LS (0 y 0,27%) y tres niveles de sustitución de la energía de la HP (0, 25 y 50%) por la energía del maíz, para un total de seis tratamientos (Tabla 1). La unidad experimental estuvo representada por cada corral con tres cerdos para el caso de las variables hematológicas y los metabolitos sanguíneos, y por un cerdo para el peso de los órganos, con cuatro unidades experimentales por tratamiento para cada caso. El análisis de los datos, se realizó a través del programa PROC MIXED de SAS (SAS, 2004) utilizando un modelo estadístico que incluyó los efectos simples y

**Tabla 2.** Características de la harina integral de pijiguao utilizada en el estudio

<b>Análisis químico</b>	<b>%</b>
Materia seca	92,01
Proteína cruda	8,08
Lisina total	0,26
Grasa cruda	13,89
Fibra cruda	7,34
Fibra detergente neutra	13,07
Fibra detergente ácida	11,77
Lignina	5,90
Celulosa	6,48
Hemicelulosa	1,44
Cenizas	2,41
Almidones	32,00
Energía bruta (kcal/kg)	4565
<b>Indicadores de calidad</b>	
Solubilidad de la proteína con KOH (%)	79,39
Solubilidad de la proteína con pepsina (%)	80,85
<b>Metabolitos secundarios y factores antinutricionales</b>	
Esteroides	*
δ Aminos	**
Azúcares reductores	**
Aflatoxinas (ppb)	0,84
Taninos condensados (% equivalente de leucocianidina)	0,02
Actividad total de inhibición de tripsina (mg/g de muestra)	1,86

\* Presencia leve. \*\* Presencia notable

la interacción de la HP x LS, realizándose contrastes utilizando una prueba de t para comparar las medias de los diferentes tratamientos. Para las variables hematológicas y los metabolitos sanguíneos, se incluyó en el diseño del experimento el efecto de semana en el modelo, para disminuir la variación asociada por el efecto de las medidas repetidas sobre la misma unidad experimental en las semanas de estudio (inicial, tercera y sexta semana).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción semana x dieta no afectó ninguna de las variables estudiadas, por lo que se excluyó del modelo final. Las variables hematológicas, los metabolitos sanguíneos y el peso de los órganos estudiados no mostraron diferencias significativas por efecto de la interacción HP x LS (efecto de dieta), razón por la cual sólo se muestran los efectos simples de los dos factores estudiados. En la Tabla 3, se presentan los valores hematológicos y de metabolitos sanguíneos de los cerdos al inicio del estudio, observándose que la mayoría presentaron valores similares y dentro de los límites de referencia para cerdos sanos (Friendship *et al.*, 1984; Odink *et al.*, 1990). Los valores de la concentración sanguínea de la enzima ALT se mostraron elevados para todos los cerdos con respecto a los valores referenciales (Friendship *et al.*, 1984; Dubreuil y Lapierre, 1997), lo que probablemente esté relacionado con el incremento de la actividad en el tejido muscular durante el transporte (Sutherland *et al.*, 2009) desde la granja de origen hasta la granja experimental, ya que los cerdos fueron muestreados al día siguiente de su llegada. De manera general, los valores mostrados indican que todos los cerdos presentaban condiciones similares antes de ser alimentados con las dietas experimentales, por lo que cualquier variación posterior podría atribuirse al efecto de las mismas.

### **Variables hematológicas**

En la Tabla 4, se presentan los valores hematológicos y metabolitos sanguíneos evaluados, algunos de los cuales variaron significativamente ( $P<0,01$ ) desde el inicio del estudio hasta el final del mismo, independientemente de la dieta consumida. La concentración de hemoglobina, el hematocrito y el recuento de eritrocitos disminuyeron ( $P<0,01$ ) en la tercera semana, incrementándose ( $P<0,01$ ) nuevamente en la sexta semana, mientras que los índices eritrocíticos no variaron significativamente.

El recuento de leucocitos disminuyó ( $P<0,01$ ), y el recuento leucocitario diferencial se incrementó ( $P<0,01$ ) para la mayoría de las células sanguíneas excepto el número de linfocitos, el cual fue mayor al inicio del experimento, lo que probablemente esté asociado a una respuesta como resultado de la vacunación de los cerdos antes de iniciar el estudio o a variaciones en la edad (Villiers y Dunn, 2000).

La LS no afectó ninguna de las variables hematológicas estudiadas (Tabla 5), mientras que la inclusión de HP en proporciones de 25 y 50% en sustitución de la energía proveniente del maíz en la dieta de los cerdos, redujo el recuento de eritrocitos ( $P<0,05$ ), el valor del hematocrito ( $P<0,05$ ) y la concentración de hemoglobina ( $P=0,09$ ), además de no observarse variaciones significativas sobre los índices eritrocíticos (VCM y CHCM) y el recuento de leucocitos, al compararse con los cerdos que no consumieron HP (Tabla 5). La concentración de hemoglobina disminuyó por efecto de la HP, no obstante, los valores se ubicaron dentro del rango considerado normal por Odink *et al.* (1990) para cerdos sanos, pero inferior al amplio margen sugerido por Friendship *et al.* (1984) y al reportado por Espinosa-Muñoz *et al.* (2008) para cerdos de edad similar a los de este estudio.

Los análisis realizados a la harina de pijiguo utilizada en el presente estudio (Tabla 2), indicaron un bajo contenido de taninos condensados y aflatoxinas, esteroides, grupos aminos, azúcares reductores y 1,86 mg de inhibidores de tripsina por g de muestra. El contenido de aflatoxinas fue menor que las permitidas (van Heugten, 2001) de 20 ppb, la concentración de taninos condensados no alcanzó valores considerados elevados por Jansman *et al.* (1993), y el contenido de inhibidores de tripsina fue inferior a los señalados por Gómez *et al.* (1998). En tal sentido, se puede inferir que la disminución del recuento de eritrocitos, el hematocrito y la hemoglobina en los cerdos de los tratamientos en los cuales se suministró HP, se debió al contenido de azúcares reductores, esteroides y grupos aminos de este ingrediente. Estos resultados difieren de los reportados por Gómez *et al.* (1998) quienes no reportaron efectos negativos de extracto de pijiguo crudo suministrado a ratas jóvenes sobre las variables hematológicas. Sin embargo, los valores obtenidos para estas variables, afectadas por la presencia de la HP en la dieta, se ubicaron dentro de los rangos de referencia establecidos (Odink *et al.*, 1990), lo que sugiere que los cerdos alimentados con HP no

**Tabla 3.** Valores hematológicos y metabolitos sanguíneos de cerdos en crecimiento al inicio del estudio

Lisina sintética (%)	0			0,27			EE
	0	25	50	0	25	50	
Harina de Pijiguo (%)							
<b>Variable</b>							
Hemoglobina (g/dL)	12,01	11,11	11,59	11,94	11,90	12,02	0,26
Hematocrito (%)	34,75	33,50	34,33	34,83	34,42	34,50	0,78
Eritrocitos (x 10 <sup>6</sup> /μL)	5,79	5,57	5,69	5,79	5,72	5,75	0,13
VCM (fL)	60,04	60,23	60,33	60,15	60,12	60,04	0,23
CHCM (g/dL)	34,49	33,15	33,73	34,23	34,52	34,80	0,15
Leucocitos (x10 <sup>3</sup> /μL)	21,05	19,28	22,48	22,58	21,85	19,73	1,28
Diferencial (%)							
Neutrófilos segmentados	30,42	33,58	33,33	31,75	34,75	30,00	2,84
Neutrófilos en banda	0,42	0,41	0,42	0,41	0,43	0,42	0,08
Basófilos	—	—	—	—	—	—	—
Eosinófilos	1,00	1,67	1,08	1,50	1,50	1,00	0,40
Linfocitos	67,33	62,92	62,50	64,42	62,00	65,75	3,28
Monocitos	1,92	1,25	1,90	1,67	1,25	1,25	1,28
Proteínas totales (g/dL)	5,60	5,67	5,54	5,57	5,44	5,45	0,06
Glucosa (mg/dL)	100,28	103,29	102,52	106,30	102,49	103,19	1,91
Fructosamina (mmol/L)	3,69	4,08	3,17	3,93	3,35	4,40	0,24
Urea (mg/dL)	24,88	23,73	23,83	25,89	24,23	24,13	2,02
AST (U/L)	51,21	53,47	51,10	54,74	53,52	54,99	4,31
ALT (U/L)	74,08	79,03	70,20	73,66	74,03	86,10	5,09

EE: Error estándar. VCM: Volumen corpuscular medio. CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media. AST: aspartato amino transferasa. ALT: alanina aminotransferasa

presentaban ninguna patología y tampoco se observó efecto sobre la respuesta productiva, tal como lo reportan Rico *et al.* (2009), lo cual es indicativo de que las proporciones de factores antinutricionales y metabolitos secundarios encontrados en la HP utilizada, no son suficientes para producir cambios sustanciales en las variables hematológicas que pudieran alterar la salud de los cerdos. En tal sentido, los resultados muestran que aunque la HP redujo los valores de las variables hematológicas, éstos no indican presencia de ninguna patología, lo que coincide con lo reportado previamente para cerdos en etapa de engorde alimentados con harina integral de pijiguo (Colina *et al.*, 2009).

### Metabolitos sanguíneos

En la Tabla 6, se reportan los efectos simples de la HP y la LS para los distintos metabolitos sanguíneos estudiados, los cuales en su mayoría fueron similares para todos los grupos de cerdos. La excepción se observó en las concentraciones de las proteínas

totales y la úrea. Las proteínas totales fueron menores en los cerdos alimentados con HP ( $P < 0,01$ ), independientemente de la presencia de LS en la dieta. Las proteínas sanguíneas son un indicador práctico de las reservas proteicas en los animales, por lo que la respuesta de los cerdos alimentados con HP, relacionada con una menor concentración de proteínas plasmáticas, permite inferir que la presencia de inhibidores de tripsina en la harina del fruto de pijiguo utilizado es mínima (Tabla 2), y que puede estar presente principalmente en la cáscara del fruto (Gómez *et al.*, 1998). En el mismo sentido, Murillo *et al.* (1983) señalan que se podría estar interfiriendo con la digestibilidad de la proteína, y en consecuencia, se podría considerar que generaría menor disponibilidad de aminoácidos esenciales que limitarían el metabolismo proteico. Sin embargo, aunque la HP disminuyó las proteínas totales, los valores oscilaron dentro del rango normal para cerdos de esta edad según lo reportado por Espinosa-Muñoz *et al.* (2008), por lo que se podría afirmar que aunque

**Tabla 4.** Efecto de la semana de muestreo sobre la hematología y metabolitos sanguíneos de cerdos en crecimiento

Variable	Semanas			EE
	0	3	6	
Hemoglobina (g/dL)	11,76 <sup>a</sup>	11,21 <sup>b</sup>	12,24 <sup>c</sup>	0,12
Hematocrito (%)	34,39 <sup>a</sup>	30,51 <sup>b</sup>	33,00 <sup>c</sup>	0,35
Eritrocitos (x 10 <sup>6</sup> / $\mu$ L)	5,72 <sup>a</sup>	5,07 <sup>b</sup>	5,49 <sup>c</sup>	0,15
VCM (fL)	60,15	60,10	60,12	0,12
CHCM (g/dL)	34,15	41,52	37,17	2,77
Leucocitos (x 10 <sup>3</sup> / $\mu$ L)	21,16 <sup>a</sup>	19,03 <sup>b</sup>	17,45 <sup>b</sup>	5,96
Diferencial (%)				
Neutrófilos segmentados	32,31 <sup>a</sup>	37,40 <sup>b</sup>	33,08 <sup>c</sup>	1,15
Neutrófilos en Banda	0,36 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,73 <sup>b</sup>	0,09
Basófilos	-	0,10	0,14	0,03
Eosinófilos	1,25 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	1,85 <sup>b</sup>	0,17
Linfocitos	64,15 <sup>a</sup>	59,08 <sup>b</sup>	62,06 <sup>b</sup>	1,33
Monocitos	1,58	1,44	2,16	0,59
Proteínas totales (g/dL)	5,54 <sup>a</sup>	6,20 <sup>b</sup>	6,73 <sup>c</sup>	0,03
Glucosa (mg/dL)	104,32 <sup>a</sup>	118,50 <sup>b</sup>	107,10 <sup>a</sup>	1,64
Fructosamina (mmol/L)	3,77 <sup>a</sup>	4,35 <sup>b</sup>	3,60 <sup>a</sup>	0,09
Urea (mg/dL)	24,95 <sup>a</sup>	24,21 <sup>a</sup>	24,28 <sup>b</sup>	0,82
AST (U/L)	53,67 <sup>a</sup>	53,35 <sup>a</sup>	28,10 <sup>b</sup>	3,85
ALT (U/L)	76,13 <sup>a</sup>	68,05 <sup>b</sup>	42,47 <sup>c</sup>	2,08

EE: Error estándar. VCM: Volumen corpuscular medio. CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media AST: aspartato amino transferasa. ALT: alanina aminotransferasa.

<sup>ab</sup> Medias con letras en una fila indican diferencias por efecto de semana ( $P < 0,01$ )

puede haber reducción de las proteínas totales, es muy probable que el balance proteico de los cerdos no se afecte de manera trascendental por la presencia de este ingrediente en la dieta, cuya solubilidad de la proteína estuvo dentro del rango aceptable (Tabla 2).

La concentración de urea se mantuvo dentro de los valores similares para todos los cerdos durante las semanas de estudio (Tabla 4). Por otra parte, se observa (Tabla 6) que este metabolito disminuyó por efecto de la LS ( $P < 0,05$ ), independientemente de la adición de HP a las dietas. Los cerdos que consumieron LS, y por consiguiente dietas con bajo contenido proteico, mostraron menor concentración de urea ( $P < 0,05$ ) al compararse con las dieta sin LS y con valores dentro del rango reportado por Gómez *et al.* (2002). En el presente estudio, las dietas con LS contenían menor proteína cruda, lo cual explica que los cerdos alimentados con las mismas presentarán menor concentración de urea plasmática. Este metabolito está directamente relacionado con el metabolismo del nitrógeno, ya que cuando las dietas son bajas en proteína disminuye el catabolismo de los aminoácidos y por ende bajan las concentraciones de urea en plasma. Por el contrario, dietas altas en proteína, provocan un aumento del catabolismo de los

aminoácidos e incrementan la concentración de urea en sangre. Los excesos de aminoácidos que derivan de la digestión de las proteínas no se almacenan y se catabolizan por lo que aumenta el producto de excreción nitrogenado que es la urea e indica degradación o catabolismo de aminoácidos (López *et al.*, 1994; Chen *et al.*, 1999; Colina *et al.*, 2003).

Las concentraciones de glucosa y fructosamina disminuyeron significativamente ( $P < 0,01$ ) en la tercera semana y se ubicaron en valores similares a los del inicio en la sexta semana (Tabla 4). Los efectos simples de la HP y LS sobre los valores de estos metabolitos se muestran en la Tabla 6, donde se observa que fueron similares por efecto de ambos factores. La fructosamina es un metabolito que representa la suma de las proteínas sanguíneas glicosiladas y es un indicador retrospectivo de la medida de las fluctuaciones de las concentraciones de glucosa dos a tres semanas previas, por lo que permite determinar la condición energética del animal, de manera más sensible que la concentración de glucosa, ya que elimina la variación asociada con fluctuaciones postprandiales (Ambruster, 1987; Herdt, 2000). Los resultados obtenidos para estos metabolitos sugieren que la condición energética



**Tabla 5.** Efectos simples de la harina de pijiguao y lisina sintética sobre la hematología de cerdos en crecimiento

Variable	Harina de Pijiguao (HP)				Lisina Sintética (LS)		
	0	25	50	EE	0	0,27	EE
Hemoglobina (g/dL)	12,00 <sup>a</sup>	11,56 <sup>b</sup>	11,65 <sup>b</sup>	0,13	11,75	11,71	0,11
Hematocrito (%)	33,60 <sup>a</sup>	31,83 <sup>b</sup>	32,49 <sup>b</sup>	0,35	32,67	32,60	0,32
Eritrocitos (x 10 <sup>6</sup> /μL)	5,60 <sup>a</sup>	5,29 <sup>b</sup>	5,40 <sup>b</sup>	0,39	5,44	5,41	0,06
VCM (fL)	60,10	60,20	60,07	0,11	60,06	60,18	0,09
CHCM (g/dL)	40,52	36,43	35,88	2,79	36,04	39,18	2,27
Leucocitos (x 10 <sup>3</sup> /μL)	19,37	18,41	19,87	5,71	19,00	19,43	4,66
Diferencial (%)							
Neutrófilos segmentados	34,61	34,26	33,92	1,28	33,74	34,79	1,05
Neutrófilos en banda	0,47	0,58	0,62	0,08	0,58	0,53	0,07
Basófilos	0,08	0,06	0,09	0,01	0,07	0,08	0,02
Eosinófilos	1,49	1,44	1,57	0,21	1,69	1,31	0,17
Linfocitos	61,02	62,40	61,06	1,45	61,79	61,20	1,18
Monocitos	1,61	1,18	2,28	0,57	1,53	1,86	0,47

EE: Error estándar. VCM: Volumen corpuscular medio. CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media.  
<sup>a</sup><sup>b</sup>Efecto simple de HP sobre eritrocitos y hematocrito (P<0,05). Tendencia de efecto simple de HP sobre hemoglobina (P=0,09)

**Tabla 6.** Efectos simples de la harina de pijiguao y lisina sintética sobre los metabolitos sanguíneos de cerdos en crecimiento

Variable	Harina de Pijiguao (HP)				Lisina Sintética (LS)		
	0	25	50	EE	0	0,27	EE
Proteínas totales (g/dL)	6,26 <sup>a</sup>	6,09 <sup>b</sup>	6,11 <sup>b</sup>	0,03	6,16	6,15	0,03
Glucosa (mg/dL)	109,49	112,24	108,19	1,74	108,55	111,40	1,43
Fructosamina (mmol/L)	3,99	3,83	3,89	0,11	3,88	3,92	0,09
Urea (mg/dL)	24,41	25,15	23,87	0,98	26,00 <sup>a</sup>	23,05 <sup>b</sup>	0,82
AST (U/L)	45,62	45,17	44,32	1,70	47,79 <sup>a</sup>	42,29 <sup>b</sup>	1,38
ALT (U/L)	61,70	60,33	64,62	2,12	61,91	62,92	1,73

EE: Error estándar. AST: aspartato aminotransferasa. ALT: alanina aminotransferasa  
<sup>a</sup><sup>b</sup>Efecto simple de HP sobre Proteínas totales (P<0,01). Efecto simple de LS sobre urea (P<0,05) y AST (P<0,01)

entre los diferentes grupos de cerdos bajo estudio fue similar, lo cual coincide con la característica isoenergética de las dietas utilizadas (Tabla 1), proporcionada principalmente por el maíz en la dieta basal, y cuya sustitución del 25 y 50% de esa energía por harina integral de pijiguao, no produjo variaciones significativas sobre este aspecto. Por otra parte, los valores obtenidos para la concentración de glucosa sanguínea oscilaron dentro de los reportados por Gómez *et al.* (2002) en cerdos alimentados con una dieta control con alto contenido proteico y dietas con un patrón ideal de aminoácidos, coincidente con el balance entre los amino ácidos limitantes de las dietas utilizadas en este estudio. En un estudio realizado por Gómez *et al.* (1998) con el objetivo de evaluar el efecto de los factores antinutricionales del pijiguao sobre el metabolismo de ratas jóvenes, se obtuvieron incrementos en la concentración de

glucosa sanguínea, contrario a lo obtenido en el presente estudio, lo cual podría estar relacionado con la especie utilizada.

La concentraciones de las enzimas ALT y AST disminuyeron significativamente (P< 0,01) desde el inicio del estudio hasta concluido el mismo en la semana seis (Tabla 4). No se encontró variación de estas enzimas en respuesta a la adición de HP a las dietas, por el contrario, la concentración de la AST fue menor (P=0,01) en los cerdos alimentados con LS al compararlos con el grupo que no consumió LS (Tabla 6), y cuya variación se encontró dentro de los valores normales reportados para esta enzima (Friendship *et al.*, 1984), lo que descarta cualquier alteración del tejido hepático en los cerdos de este estudio. La concentración sanguínea de la enzima AST responde a variaciones en la composición de la dieta, principalmente asociada a la concentración

de energía y proteína (Lochmiller *et al.*, 1988); sin embargo, la densidad energética de todas las dietas utilizadas en este estudio fue similar, por lo que la respuesta observada no puede atribuirse a diferencias en las concentraciones energéticas de las mismas, pero sí al contenido de proteína en las dietas. Si en las dietas utilizadas, el contenido de lisina fuera deficiente, la síntesis proteica estaría limitada por el nivel de este aminoácido, y dado que los aminoácidos excedentes no pueden ser almacenados, habría un aumento de su catabolismo y solo así sería lógico suponer un incremento de las reacciones de transaminación y, por lo tanto, de las transaminasas por esta causa, lo cual debería estar asociado con el aumento de la concentración de úrea en las dietas sin LS.

### Peso de órganos

No se observaron alteraciones macroscópicas indicativas de lesiones en ninguno de los órganos analizados. El peso de los órganos se muestra en la Tabla 7. Los cerdos que consumieron 25% de HP en sustitución de la energía proveniente del maíz, tendieron a presentar ( $P=0,10$ ) estómagos más pesados que el grupo de la dieta basal o 50% de HP ( $P=0,06$ ), lo cual podría atribuirse al mayor consumo de alimento observado en estos cerdos, según lo reportado por Rico *et al.* (2009). El bazo resultó menos pesado ( $P<0,01$ ) en los cerdos alimentados con 25 y 50% HP al compararlos con el grupo sin HP. No existen antecedentes científicos disponibles que sustenten este resultado; sin embargo, un estudio realizado por Huisman *et al.* (1990) sobre el efecto de inhibidores de tripsina presentes en granos de *Phaseolus vulgaris* sobre el peso de los órganos

en cerdos, evidenció que el peso del bazo se redujo significativamente en comparación con el grupo control, lo cual fue atribuido a una mayor sensibilidad del sistema inmune del bazo, como órgano linfoide ante la presencia de inhibidores de tripsina, factor antinutricional que también está presente en la HP como se señaló previamente.

El peso del resto de los órganos no difirió significativamente ( $P>0,05$ ) por efecto de la HP, y aunque el páncreas, hígado, intestino delgado y riñones de los cerdos, cuyas dietas contenían LS, mostraron una diferencia numérica en el peso al compararse con el grupo de cerdos alimentados sin LS, esta diferencia no fue significativa. Era de esperarse un mayor peso del hígado, páncreas y riñones, asociado con el aumento de la actividad de estos órganos que ocurre conjuntamente con la ingestión de dietas con alto contenido de proteína cruda como las utilizadas en el presente estudio que no contenían LS, y que conllevan a mayor actividad de estos órganos para metabolizar el exceso de nitrógeno; sin embargo, esta respuesta no se observó, lo que difiere de resultados previos (López *et al.*, 1994; Chen *et al.*, 1999). Por otra parte, existe sustancial evidencia científica que sugiere que esa respuesta no es constante y no siempre se observa en órganos involucrados en el metabolismo proteico como el hígado y el páncreas (Kerr *et al.*, 2003), probablemente debido a que el cambio en el peso de los órganos, asociado al consumo de dietas con alto contenido de proteína cruda, es variable y depende de la tasa de crecimiento del cerdo, consumo de alimento y edad (Pond *et al.*, 1990). Con respecto a este último aspecto, es posible inferir que los cerdos a edad temprana o durante la

**Tabla 7.** Efectos simples de la harina de pijigüao y lisina sintética sobre el peso de órganos de cerdos en crecimiento

Peso (g)	Harina de Pijigüao (HP)				Lisina Sintética (LS)		
	0	25	50	EE	0	0,27	EE
Corazón	249,38	279,37	248,12	14,71	259,58	258,33	12,01
Pulmones	458,75	478,75	458,13	14,16	460,00	470,42	11,56
Estómago	398,92 <sup>a</sup>	441,61 <sup>b</sup>	400,55 <sup>a</sup>	16,08	421,72	407,69	15,36
Mucosa gástrica	11,66	11,50	11,98	1,88	10,80	12,63	1,53
Páncreas	123,58	123,91	121,69	9,20	123,02	116,43	7,52
Intestino delgado	2199,46	2214,23	2238,70	155,04	2234,62	2200,30	126,59
Intestino grueso	2016,38	2195,63	1812,50	131,24	1947,83	2068,50	107,16
Hígado	1163,13	1202,50	1165,00	35,48	1195,00	1158,75	35,48
Bazo	130,00 <sup>a</sup>	101,88 <sup>b</sup>	104,38 <sup>b</sup>	6,74	109,17	110,00	5,50
Riñones	281,25	275,63	260,63	15,27	280,83	264,17	12,47

EE: Error estándar.

<sup>ab</sup>Tendencia a efecto de HP sobre el peso del estómago ( $P=0,10$ ) y sobre peso del bazo ( $P<0,01$ )

etapa de crecimiento (30-64 kg de peso vivo) como los utilizados en este estudio, no muestran diferencias en el peso de los órganos relacionadas con la ingesta de dietas con alto contenido proteico, a diferencia de los resultados obtenidos por López *et al.* (1994) y Chen *et al.* (1999), en cerdos en etapa de finalización. En tal sentido, es posible que a medida que los cerdos alcanzan esa etapa, esta diferencia sea notoria, tal como se evidenció en los resultados obtenidos por Colina *et al.* (2009) que indicaron mayor peso de hígado y páncreas bajo las mismas condiciones del presente estudio.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la harina de pijiguao conjuntamente con la lisina en su forma sintética, no producen efectos negativos sobre las variables hematológicas, los metabolitos sanguíneos y el peso de los órganos de cerdos en crecimiento. Aunque la harina de pijiguao, reduce los valores hematológicos y las proteínas totales, los valores de estas variables se ubicaron dentro de los rangos considerados normales para cerdos sanos, permitiendo argumentar que la disminución en el peso del bazo no altera la salud de éstos. Por otra parte, la adición de lisina sintética a las dietas de cerdos en crecimiento no afecta las variables hematológicas, reduce la concentración de urea plasmática y la actividad de la enzima aspartato aminotransferasa, sin ningún efecto sobre el peso de los órganos. De manera general, los resultados sugieren que la harina de pijiguao y la lisina sintética pueden sustituir parte de los ingredientes energéticos y proteicos de la dieta, respectivamente, sin producir alteraciones en la salud de los cerdos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento concedido para la ejecución del Proyecto: PG N° 11-7137-2008.

## REFERENCIAS

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th Ed. Arlington, VA. 956 p.  
 Ambruster, D.A. 1987. Fructosamine: structure, analysis, and clinical usefulness. *Clin. Chem.*, 33:2153-2163.

Baldizán, G. 2004. Efectos del aceite de pijiguao (*Bactris gasipaes*) sobre los lípidos séricos y la coagulación de la sangre en pollos de engorde. Tesis Doctoral, Postgrado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Estado Aragua. Venezuela. 117 p.  
 Colina, J.J.; Lewis, J.J.; Miller, P.S.; Fischer, R. 2003. Influence of crystalline or protein bound-lysine on lysine utilization for growth in pigs. *J. Anim. Sci. Suppl.*, 1. 46:186. (Abstr.)  
 Colina, J.; Rossini, M.; Tovar, C.; Araque, H. 2009. Peso de órganos y parámetros hematológicos de cerdos en engorde alimentados con harina de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y lisina. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, XVII (Supl. 1):175-179.  
 Chen, H.Y.; Lewis, A.J.; Miller, P.S.; Yen, J.T. 1999. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism in finishing barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, 77:3238-3247.  
 Dubreuil, P.; Lapiere, H. 1997. Biochemistry reference values for Quebec lactating dairy cows, nursing sows, growing pigs and calves. *Can. J. Vet. Res.*, 61:235-239.  
 Espinosa-Muñoz, V.; García, A.; Herrera, J.; Álvarez, A.; Estrada, S.; Meza, M. 2008. Efecto del extracto de *Yucca schidigera* en el perfil bioquímico y hemático de cerdos en crecimiento y engorde. *Rev. Cientif., FCV-LUZ*, 18:51-58.  
 Friendship, R.M.; Lumsden, H.J.; McMillan, I.; Wilson, M.R. 1984. Hematology and biochemistry reference values for Ontario swine. *Can. J. Comp. Med.*, 48:390-393.  
 Gómez, G.; Quesada, S.; Nanne, C. 1998. Efecto de factores antinutricionales en el pejibaye (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. *Agronomía Costarricense*, 22:191-198.  
 Gómez, R.S.; Lewis, A.J.; Miller, P.S.; Chen, H.-Y. 2002. Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. *J. Anim. Sci.*, 80:644-653.  
 González, C.; Díaz, I.; Salas, R. 1997. Determinación de la digestibilidad ileal aparente en cerdos, de la harina de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 5(Supl.1): 283-284.  
 Hamerstrand, G.E.; Black, L.T.; Glover, J.D. 1981. Trypsin inhibitors in soy products: modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chem.*, 58:42-45.  
 Henry, J.B.; Todd, S.D. 1964. Clinical Diagnosis and Measurement by Laboratory Methods, 16th ed., W.D. Saunders and Co., Philadelphia PA. 260 p.

- Herd, T. 2000. Variability characteristics and test selection in herd level nutritional and metabolic profile testing. *Vet. Clin. of North America: Food Anim. Pract.*, 16:387-403.
- Huisman, J.; van der Poel, A.F.; Mouwen, J.M.; van Weerden, E.J. 1990. Effect of variable protein contents in diets containing *Phaseolus vulgaris* beans on performance, organ weights and blood variables in piglets, rats and chickens. *Br. J. Nutr.*, 64:755-764.
- Jansman, A.J.M.; Verstegen, M.W.A.; Huisman, J. 1993. Effects of dietary inclusion of hulls of faba beans (*Vicia faba* L.) with a low and high tannin content of condensed tannins on digestion and some physiological parameters in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43: 239-257.
- Johnson R. W.; Escobar, J.; Webel, D.M. 2001. Nutrition and immunology of swine. In: *Swine Nutrition*. (A.J. Lewis and L. L. Southern, eds.). CRC Press, New York, USA, pp. 545-562.
- Kerr, B.J.; Yen, J.T.; Nienaber, J.A.; Easter, R.A. 2003. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 81:1998-2007.
- Lewis, A. 2001. Amino acids in swine nutrition. In: *Swine Nutrition*. (A.J. Lewis and L. L. Southern, eds.). CRC Press, New York, USA, pp.131-150.
- Lochmiller, R.L.; Hellgren, E.C.; Varner, L.W.; Grant, W.E. 1988. Indices for physiological assessment of nutritional condition in pregnant collared peccaries (*Tayassu tajacu*) *J. Wildl. Dis.*, 24:496-506.
- López, J.; Goodband, R.D.; Allee, G. L.; Jesse, G.W.; Nelssen, J. L.; Tokach, M.D, Spiers, D.; Becker, B.A. 1994. The effects of diets formulated on an ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. *J. Anim. Sci.*, 72:367-79.
- Murillo, M. 1991. Utilización de la harina de pejibaye en la alimentación de aves y cerdos. En: *IV Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijúayo*. Iquitos, Perú. Mora-Urpí J., Szott, L.T., Murillo, M. y Patiño, V.M. (Eds). Primera Edición. San José de Costa Rica, Universidad de Costa Rica. pp. 441-462.
- Murillo, M.; Kronberg, A.; Mata, J.; Calzada, J.; Castro, J. 1983. Estudios preliminares sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pejibaje (*Bactris gasipaes*). *Rev. Biol. Tropical.*, 31:227-31.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. (10th Ed). National Academy Press. Washington, D.C. USA, 189 p.
- Odink, J.; Smeets, J.F.; Visser, I.J.; Sandman, H.; Snijders, J.M. 1990. Hematological and clinicochemical profiles of healthy swine and swine with inflammatory processes. *J. Anim. Sci.*, 68:163-170.
- Pizzani, P.; Blanco, M.; Malaver, T.; Godoy, S.; Matute, I.; Palma, J.; Obispo, N.E. 2008. Composición fitoquímica y nutricional de harina de pijigüao (*Bactris gasipaes* Kunth en H.B.K). *Zootecnia Trop.*, 26:235-238.
- Pond, W.G.; Dicson, J.S.; Varel, V.H.; Anugwa, F.O.; Ross, G.S. 1990. Organ hypertrophy and responses of colon microbial populations of growing swine to high dietary protein. *J. Nutr.*, 120:1248-1255.
- Porter, L.; Hrstich, L.; Chan, B. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.*, 25:223-230.
- Prophet, E.B.; Mills, B.; Arrington, J.B.; Sobin, L.H. 1992. Armed Forces Institute of Pathology. Laboratory Methods in Histotechnology. *American Registry of Pathology*, 400 p.
- Rico, D.; Colina, J.; Araque, H.; Rossini, M.; Rueda de A., E.; León, M. 2009. Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con harina integral de pijigüao (*Bactris gasipaes* H.B.K) y lisina. *Rev. Fac. Agron.*, (UCV). 35:49-55.
- Statistical Analysis System (SAS 9.1). 2004. SAS Institute Inc., SAS 9.1, Cary, NC: [en línea]. Dirección URL: <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/index.html> [Consulta: Dic. 2009]
- Sutherland, M.A.; Bryer, P.J.; Davis, B.L.; McGlone, J.J. 2009. Space requirements of weaned pigs during a sixty-minute transport in summer. *J. Anim. Sci.*, 87:363-370.
- Trinder, P. 1969. Enzymatic colorimetric method for glucose determination. *Ann. Clin. Biochem.*, 6:24-27.
- van Heugten, E. 2001. Mycotoxins and other antinutritional factors in swine feeds. In: *Swine Nutrition*. (A. J. Lewis and L. L. Southern, eds.). CRC Press, New York, USA, pp.563-608.
- Villiers, E.; Dunn, J.K. 2000. Hematología Básica. En: *Manual de Patología Clínica en Pequeñas Especies* (M.G. Davidson, R.W. Else, J.H. Lumsden, eds.) Harcourt, Madrid. pp. 43-81.