

Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con harina integral de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K) y lisina

Daniel Rico¹, Janeth Colina^{2*}, Humberto Araque¹, Mario Rossini², Emma Rueda² y Milagro León²

¹Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Aragua. Venezuela.

²Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4563. Maracay 2101. Aragua. Venezuela.

RESUMEN

Para evaluar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con harina integral de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K) (HP) y lisina sintética (LS), se utilizaron 72 cerdos machos castrados de $30 \pm 0,5$ kg distribuidos en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos 2×3 : dos niveles de LS (0 y 0,27%) y tres niveles de HP (0, 25 y 50%), para un total de seis dietas con cuatro repeticiones por dieta y tres cerdos por unidad experimental. Durante seis semanas se evaluó el consumo diario de alimento (CA), la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión de alimento (CAL). Se midió el espesor de la grasa dorsal (EGD) al inicio y al final del experimento. La HP no afectó la GDP ni la CAL, pero el CA disminuyó ($p < 0,05$). Los cerdos cuyas dietas contenían 50% HP consumieron 0,146 y 0,178 kg menos ($p < 0,05$) de alimento con respecto al grupo que no consumió HP o 25% HP, respectivamente. Ni la GDP ni el CA se afectaron por la adición de LS o la interacción HPxLS. Los cerdos que consumieron 50%HP + 0,27% LS mostraron mejor CAL ($p < 0,05$) que los cerdos de los tratamientos con 50%HP + 0% LS y 25% HP + 0,27% LS. El EGD fue similar entre tratamientos. Se concluye que es factible sustituir 50% de la energía del maíz con HP en dietas para cerdos en crecimiento, aunque el CA disminuye y la CAL mejora con LS.

Palabras clave: porcinos, *Bactris gasipaes*, crecimiento, grasa dorsal.

Productive performance of growing pigs fed whole peach-palm meal (*Bactris gasipaes* H.B.K) and lysine

ABSTRACT

To evaluate the productive performance of growing pigs fed whole peach-palm meal (*Bactris gasipaes* H.B.K)(PM) and synthetic lysine (LYS), 72 barrows (initial body weight 30 ± 0.5 kg) were randomly allotted to one of each diet in a 2×3 factorial arrangement of treatments without (0%) or with (0.27%) LYS, and three levels of PM (0, 25, and 50%) for a total of six experimental diets with four replications per diet and three pigs per experimental unit. During six weeks, average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI), and feed efficiency (ADFI/ADG) were evaluated. Backfat thickness (BF) was measured at the beginning and at the end of the experiment. The addition of PM did not affect ADG or ADFI/ADG, however ADFI decreased ($p < 0.05$) by PM effect. Pigs fed with 50% PM diets consumed 0.146 and 0.178 kg less ($p < 0.05$) of feed with respect to those fed with 0% HP o 25% HP diets, respectively. Neither, ADG nor ADFI was affected by LYS addition or PM x LYS interaction. Pigs that were fed with 50% PM diet + 0.27% LYS showed better ADFI/ADG ($p < 0.05$) in comparison with pigs fed with 50% PM + 0% LYS and 25% PM + 0.27%

*Autor de correspondencia: Janeth Colina

E-mail: janethcolina@hotmail.com

Recibido: junio 04, 2009

Aceptado: septiembre 07, 2009

LYS. The BF was similar among treatments. It was concluded that is feasible to replace 50% of corn energy with PM in diets for growing pigs because, although ADFI decreases, feed conversion efficiency improves with LYS.

Key words: swine, *Bactris gasipaes*, growth, backfat thickness.

INTRODUCCIÓN

La producción porcina ha avanzado en la selección y mejoramiento de líneas genéticas precoces con mejores índices de conversión de alimentos que ameritan la evaluación de materias primas, que permitan ajustes y modificaciones en la densidad energética de la dieta acorde con los requerimientos nutricionales, sin afectar el desempeño productivo de los cerdos (Crome *et al.*, 1996). Por otra parte, es necesario garantizar dietas contentivas de la adecuada proporción de aminoácidos de acuerdo a los requerimientos, principalmente de la lisina, considerado el primer aminoácido limitante en dietas para cerdos (Batterham *et al.*, 1990, Bikker *et al.*, 1994).

En tal sentido, se plantea la necesidad de evaluar alternativas nutricionales que garanticen la incorporación de lisina y otros aminoácidos, en la búsqueda de la definición biológica y económica de rubros tropicales, tales como el fruto de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K.). La planta del pijiguao pertenece a la familia *Arecaceae*, proveniente del trópico húmedo donde la precipitación anual es igual o superior a los 2 500 mm, con períodos secos no mayores de cuatro meses, encontrándose en regiones con temperaturas iguales o superiores a 24°C (Chaimsohn *et al.*, 2008), obteniéndose rendimientos entre 15 a 40 t/ha (Mora-Urpí, 1993). En Venezuela, la palma de pijiguao es cultivada y utilizada para consumo humano por las etnias indígenas del estado Amazonas y Suroeste del estado Bolívar. Los diferentes estudios conducidos en Venezuela para la caracterización nutricional del pijiguao indican valores entre 91,7 y 96,5% de MS; 6,6 y 7,4% de proteína cruda; 11,0 y 11,6% de grasa; 4 893 y 5 105 kcal de energía bruta/kg de MS (González *et al.*, 1997; Pacheco *et al.*, 1999; Baldizán, 2004; Pizzani *et al.*, 2008).

Sobre la base de esos estudios, la harina de pijiguao surge como una fuente energética con un valor nutricional que sugiere su inclusión como sustituto del maíz en dietas para cerdos (Murillo, 1991). Aunque es una planta promisoría para ser utilizada en la alimentación animal debido a la calidad nutricional de sus frutos, su alto rendimiento por hectárea (Murillo *et al.*, 1983) y su disponibilidad en vista que la mayoría del cultivo no es utilizado por la etnias indígenas donde se cultiva (Pacheco *et al.*, 1999), son limitados los estudios orientados a determinar los efectos de la harina de pijiguao sobre el comportamiento productivo en cerdos. La evidencia disponible destaca el trabajo de Murillo

(1991), quien sustituyendo en la dieta el sorgo por harina de pijiguao en proporciones de 50 y 100%, reportó efectos negativos sobre el rendimiento de cerdos en la etapa de iniciación. Por su parte, González *et al.* (1997) en un estudio conducido en Venezuela, encontraron que la harina de pijiguao puede ser incluida como fuente energética en una proporción de 40% en sustitución del maíz en raciones para cerdos en crecimiento, obteniéndose 3 810 kcal de energía digestible por kg de MS.

Adicionalmente, los resultados obtenidos por Zumbado y Murillo (1984) indican que la harina del fruto entero de pijiguao contiene 0,21% de lisina total, cuyo valor es inferior al del maíz, el cual contiene 0,26% de dicho aminoácido (NRC, 1998), por lo que para superar esta diferencia se sugiere la inclusión de dicho aminoácido proveniente de una fuente proteica o añadido en forma sintética (Zumbado y Murillo, 1984). Con el uso de aminoácidos en forma sintética, se reduce el contenido de proteína cruda y la excreción de nitrógeno sin afectar el crecimiento (Hahn y Lee, 2000; Figueroa *et al.*, 2003), pero con aumentos del espesor de la grasa dorsal en cerdos vivos (Figueroa *et al.*, 2003).

Sobre la base de los limitados estudios conducidos en cerdos para la evaluación nutricional de la harina de pijiguao, conjuntamente con la inclusión de lisina en forma libre, se planteó como objetivo evaluar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento, alimentados con harina integral de pijiguao (HP) y lisina sintética (LS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación e infraestructura

El estudio se condujo en las instalaciones de la Sección Laboratorio de Porcinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay, estado Aragua, entre los meses de abril y mayo de 2008 y tuvo una duración de seis semanas. Estas instalaciones se encuentran ubicadas a 67°36'36" E, 10°16'20" N a 443 msnm, con una temperatura media de 25,1°C y una pluviosidad promedio anual de 1 063 mm (INIA, 2007). Se dispuso de un galpón experimental conformado por 26 corrales de 4 m² cada uno, con piso de concreto y separados por paredes. Cada corral estuvo equipado con un comedero y un bebedero tipo chupón para suministro de agua *ad libitum*.

Animales

Se emplearon 72 cerdos machos castrados mestizos de las razas Yorkshire x Landrace, con un peso promedio inicial de $30 \pm 0,5$ kg y una edad promedio de 67 días, provenientes de una granja comercial. A su llegada al área experimental, los cerdos fueron alojados al azar a razón de tres cerdos por corral en 24 de los corrales previamente descritos y fueron asignados a una de cada seis dietas experimentales (Cuadro 1). Los cerdos consumieron las dietas experimentales durante cinco días previos al inicio del estudio para su adaptación a las mismas, y fueron pesados semanalmente en una romana electrónica marca Tru-Test® (Speedrite, Serie EC 2000) con capacidad para 1 500 kg y una precisión de 100 g.

Obtención y procesamiento de la harina de pijiguao

Los frutos de pijiguao, ecotipo Amazonas, se obtuvieron de plantaciones indígenas ubicadas en Puerto Ayacucho, estado Amazonas y de la cosecha del mismo ecotipo disponible en una pequeña plantación localizada en la Estación Experimental Samán Mocho de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Flor Amarillo, estado Carabobo. Los frutos frescos de ambos orígenes, obtenidos de la cosecha del año 2007, fueron

troceados para permitir mayor superficie de exposición al secado. Posteriormente, se colocaron en estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C por un período de 72 h, luego de lo cual se procedió a moler el material deshidratado utilizando un molino de martillo con una criba de 5 mm Ø para la obtención de la harina integral, la cual se almacenó en envases plásticos sellados, donde permaneció hasta el momento de la realización de los análisis de laboratorio y mezcla de las dietas experimentales.

Dietas experimentales

La formulación de las dietas experimentales se realizó utilizando el programa NUTRION (1999), de acuerdo a los requerimientos sugeridos por la NRC (1998) para obtener una dieta control (0% HP, 0% LS) con 18% de proteína cruda y 0,95% lisina total. En las dietas sin LS se mantuvieron estas proporciones aportadas principalmente por la harina de soya, la cual se ajustó en las dietas con LS (L-lisina HCl, 78% lisina) para obtener la misma cantidad de lisina total y disminuyendo el contenido de proteína cruda en 2,5% (15,5%). Tal reducción obedeció al soporte científico existente que sugiere que el contenido de proteína cruda es sustituido por la adición de aminoácidos sintéticos con el propósito de disminuir el costo de alimentación por el uso de un ingrediente proteico de elevado costo (harina de soya), y reducir la excreción de nitrógeno no utilizado por el cerdo (Chen *et al.*, 1999; Hahn y Lee, 2000). En las dietas con HP, ésta sustituyó el 25 y 50% de la energía digestible aportada por el maíz (3 525 kcal/kg; NRC, 1998) en la dieta basal, y se asumió el valor de la energía digestible de 3 810 kcal/kg de MS, de acuerdo a lo estimado por González *et al.* (1997). La HP contenía 0,26% de lisina total; 7,5% de proteína cruda; 13,80% de grasa y 4 265 kcal de energía bruta según análisis químicos realizados (AOAC, 1990).

La composición química de las dietas experimentales (Cuadro 2) se determinó a través de la realización de los análisis de MS (105°C/24 h), proteína cruda (N Kjeldahl x 6,25), fibra cruda, extracto etéreo, cenizas (550°C/8 h) y energía bruta (kcal/kg MS). Todos los análisis químicos se efectuaron de acuerdo a los procedimientos descritos por la AOAC (1990). Para determinar el contenido de aminoácidos en las dietas experimentales, los aminoácidos azufrados (metionina y cistina) fueron previamente oxidados con ácido per fórmico, y conjuntamente con treonina y lisina sometidos a hidrólisis con HCl para ser separados utilizando el procedimiento de cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC), según la metodología descrita por Moore y Stein (1963).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales.

Ingrediente (% de la dieta)	Lisina sintética (%)					
	0,00			0,27		
	Harina de pijiguao (%) ¹					
	0	25	50	0	25	50
Maíz	65,16	52,36	37,26	71,10	58,00	44,27
Harina de pijiguao		15,96	31,92		15,96	31,90
Harina de soya ²	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
CaCO ₃	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. ³	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

¹ Se sustituyó 25 y 50% de la energía digestible aportada por el maíz (3 525 kcal/kg) según NRC (1998), asumiendo un valor de energía digestible de 3 810 kcal/kg para la harina de pijiguao (González *et al.*, 1997)

² Harina de soya con 46,5% de proteína cruda

³ Según el fabricante, aporta por cada kg de dieta, lo siguiente: 7000 UI Vitamina A; 2000 UI Vitamina D₃; 5 UI Vitamina E; 3,2mg Vitamina K; 1,5 mg Tiamina; 4 mg Riboflavina; 3 mg Piridoxina; 70 mg Vitamina C; 20 mg Ácido nicotínico; 8 mg Ácido pantoténico; 130 mg Colina; 0,23 mg Se; 50 mg Mn; 60 mg Zn; 40 mg Cu; 80 mg Fe y 0,10 mg Co.

Cuadro 2. Análisis químico de las dietas experimentales.

Componente	Lisina sintética (%)					
	0,00			0,27		
	Harina de pijiguao (%) ¹					
	0	25	50	0	25	50
Proteína cruda (%)	18,29	18,28	18,06	15,80	15,77	15,84
Lisina (%)	0,98	0,96	0,97	0,96	0,95	0,98
Metionina+cistina (%)	0,65	0,62	0,63	0,61	0,60	0,60
Treonina (%)	0,70	0,69	0,72	0,72	0,72	0,72
Calcio (%) ²	0,60	0,61	0,62	0,60	0,60	0,60
Fósforo (%) ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo disponible (%) ²	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31
Cenizas (%)	5,00	5,70	5,20	5,68	5,01	4,92
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
ED (Mcal/kg) ³	3,47	3,47	3,49	3,47	3,47	3,49

¹ Se sustituyó el 25 % y 50% de la energía digestible aportada por el maíz (3 525 kcal/kg) según NRC (1998), asumiendo un valor de energía digestible de 3 810 kcal/kg MS para la harina de pijiguao (González *et al.*, 1997). La harina de pijiguao contenía 0,26% de lisina total y 7,5% de proteína cruda.

² Valor calculado.

³ Energía digestible

VARIABLES EVALUADAS

Las variables de comportamiento productivo evaluadas fueron el consumo de alimento (CA), el cual se estimó diariamente para cada unidad experimental a partir de la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado y el alimento no consumido, realizando los ajustes para mantener un consumo de alimento *ad libitum*, garantizado éste a través de su disponibilidad constante en el comedero. La ganancia diaria promedio de peso (GDP) se determinó semanalmente a través de la diferencia entre el peso final y el peso inicial, dividido entre el número de días transcurridos en el período. La conversión de alimento (CAL) se consideró como la relación entre el alimento consumido y la ganancia diaria de peso.

Al inicio y al final del experimento, se empleó un escáner MS Easy Scan® Serie Schippers 0117, con un transductor específico para medir el espesor de la grasa dorsal en cerdos. Manteniendo cada cerdo sujetado al momento de realizar la medición, éstas se realizaron en tres puntos: opuesto a la primera costilla (P1), opuesto a la última costilla (P2) y opuesto a la última vértebra lumbar (P3).

DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para establecer la asignación de los cerdos a cada una de las seis dietas experimentales se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 2x3: con o sin adición de L-lisina-HCl (0 y 0,27%), tres niveles de incorporación de harina de pijiguao (0, 25 y 50%)

y cuatro repeticiones por dieta durante un período de seis semanas. Cada grupo de tres cerdos en un corral representó la unidad experimental, para un total de 24 corrales con tres cerdos cada uno. Los resultados obtenidos del cálculo de las variables de CA, GDP y CAL fueron analizados incluyendo en el diseño del experimento las medidas repetidas en el tiempo (semanas) utilizando la rutina de PROC MIXED (SAS, 2002). No obstante, aunque se incluyó el efecto de semana en el modelo para disminuir la variación asociada por la condición de las medidas repetidas sobre la misma unidad experimental cada semana y para aumentar la precisión, los resultados se presentan para el periodo total del estudio ya que la interacción semana x dieta no fue significativa para ninguna de las variables estudiadas, por lo que se excluyó del modelo final. Los resultados del espesor de la grasa dorsal se obtuvieron en una medición única, por lo que se analizaron sin considerar medidas repetidas en el tiempo. Adicionalmente, se realizaron contrastes para comparar los tratamientos. El modelo estadístico empleado para las variables de crecimiento fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + LS_i + HP_j + LS_i * HP_j + E1_{ijk} + S_k + E_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = Peso vivo o ganancia diaria de peso o consumo de alimento o eficiencia de conversión de alimento de la i-ésima réplica en el i-ésimo nivel de lisina (LS), j-ésimo nivel de harina de pijiguao (HP) en la k-ésima semana.

μ = Media teórica de la población

LS_i = Efecto del nivel de adición de lisina sintética (i=0,00 y 0,27%)

HP_j = Efecto del nivel de inclusión de harina de Pijiguao (j=0, 25 y 50%)

$LS_i * HP_j$ = Efecto de la interacción entre lisina sintética y harina de pijiguao

$E1_{ijk}$ = Error experimental para los efectos principales lisina sintética y harina de pijiguao, debido a las medidas repetidas, normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza σ_1^2

S_k = Efecto de la semana (k=1, ..., 6)

E_{ijkl} = Residual, normal e independientemente distribuido con media 0 y varianza σ^2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos simples para HP y LS se muestran en el Cuadro 3. La sustitución de la energía del maíz por su equivalente en HP no afectó la GDP ni la CAL de los cerdos bajo estudio; sin embargo, el CA disminuyó ($p < 0,05$). Los cerdos cuyas dietas contenían 50% HP en sustitución de la energía del maíz, consumieron 0,146 y 0,178 kg/d menos ($p < 0,05$) de alimento con respecto al grupo control o 25% HP, respectivamente. La adición de LS no causó efecto sobre ninguna de las variables estudiadas.

Los efectos negativos sobre el consumo de alimento de la HP han sido reportados previamente en cerdos en etapa de iniciación, cuando ésta fue sustituida por el sorgo en proporciones de 50 y 100%, respectivamente (Murillo, 1991). Este autor atribuyó la disminución en el consumo a la presencia de inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pijiguao, demostrada en un estudio previo (Murillo *et al.*, 1983), las cuales se encuentran presentes en la cáscara del fruto (Gómez *et al.*, 1998). Sin embargo, el consumo de alimento no se afectó por la adición de LS (Cuadro 3) o la interacción HP x LS (Cuadro 4). En tal sentido, si existiera el factor antinutricional señalado por Murillo *et al.* (1983) y Gómez *et al.* (1998), asociado a la proteína de la HP, a la pared celular (González *et al.*, 1997) o a la porción fibrosa del fruto de pijiguao (Baldizán, 2004), el presente estudio señala que en todo caso el efecto de la HP sobre la disminución en el consumo de alimento es independiente de la presencia de LS en las dietas.

Las ganancias de peso no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual se reflejó igualmente en pesos finales sin diferencias estadísticas, tal como se observa en el Cuadro 4. No obstante, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para la variable CAL, evidenciándose en los cerdos que consumieron 50%HP + 0,27% LS, los cuales mostraron mejor CAL ($p < 0,05$) al compararse con el grupo cuyas dietas contenían la misma cantidad de energía proporcionada por HP, pero sin LS

Cuadro 3. Efectos simples de la harina de pijiguao y lisina sintética sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento.

Variable ¹	Harina de pijiguao (%)				Lisina sintética (%)		
	0	25	50	EE ²	0,00	0,27	EE
CA (kg/d)	1,94a	1,97a	1,79b	0,05	1,89	1,92	0,04
GDP (kg/d)	0,86	0,84	0,81	0,02	0,84	0,84	0,01
CAL	2,40	2,49	2,40	0,06	2,42	2,43	0,05

¹Consumo de alimento (CA), ganancia diaria promedio de peso (GDP) y conversión de alimento (CAL)

²EE: Error estándar

^{ab}Medias con letras distintas en una misma fila difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Cuadro 4. Efectos de la interacción de la harina de pijiguao y lisina sintética sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento.

Variable ¹	Lisina sintética (%)						EE ²
	0,00			0,27			
	Harina de pijiguao (%)						
	0	25	50	0	25	50	
Peso inicial (kg)	30,33	31,59	29,93	30,51	31,03	29,68	0,80
Peso final (kg)	65,69	65,25	61,37	64,00	65,44	62,37	1,98
CA (kg/d)	1,95	1,94	1,77	1,93	2,00	1,82	0,07
GDP (kg/d)	0,87	0,84	0,80	0,84	0,84	0,83	0,03
CAL	2,34b	2,40ab	2,53a	2,45ab	2,58a	2,26b	0,08

¹Consumo de alimento (CA), ganancia diaria promedio de peso (GDP) y conversión de alimento (CAL)

²EE: Error estándar

^{ab}Medias en una misma fila con letras distintas son diferentes ($p < 0,05$).

(50%HP + 0% LS). Adicionalmente, se observó mejor CAL ($p < 0,05$) de este grupo de cerdos (50%HP + 0,27% LS) con respecto a los alimentados con menor cantidad de HP (25% HP + 0,27% LS), mostrando éstos últimos un incremento en la CAL con respecto al control (0%HP + 0% LS, $p < 0,05$). Estos resultados permiten suponer que el uso de la LS mejora la utilización de la energía aportada por la HP, cuando ésta se sustituye en una proporción de 50% con respecto a la energía proveniente del maíz, no observándose el mismo efecto cuando se sustituye un 25% de esa energía por HP y se añade LS. En tal sentido, de acuerdo a lo señalado anteriormente, la sustitución del 50% de la energía proveniente del maíz por HP disminuye el CA (efecto simple observado en el Cuadro 3), independientemente de la adición o no de LS, aunque la CAL mejora al añadir este aminoácido en forma libre, sin detrimento de las otras variables.

Con respecto a estos resultados, estudios previos han reportado que el desempeño productivo de los cerdos no se afecta al reducir el contenido proteico de la dieta añadiendo lisina conjuntamente con otros aminoácidos sintéticos (De la Llata *et al.*, 2002; Kerr *et al.*, 2003). Si se asume que la lisina en su forma libre está totalmente disponible para ser utilizada por el cerdo, de acuerdo a lo sugerido previamente (Lewis y Bayley, 1995), y existe mayor disponibilidad energética en las dietas con menor contenido de proteína y suplementadas con aminoácidos sintéticos (Kerr *et al.*, 2003), se puede deducir que en el presente estudio los cerdos que consumieron 50% HP con LS (y los otros aminoácidos sintéticos presentes) aprovecharon el mayor aporte energético proporcionado a través de la HP (no utilizado para el catabolismo de los aminoácidos dietarios en

exceso) para mejorar la eficiencia en la conversión de alimento. En este sentido, la energía disponible en la HP podría sustentarse sobre la base de los hallazgos de González *et al.* (1997), quienes demostraron que la energía digestible no se afecta al incrementar la adición de HP hasta un 40%.

Por otra parte, aunque es escasa la evidencia científica respecto al empleo de la HP u otras palmas con el uso de aminoácidos sintéticos en cerdos, se destaca el estudio de Thorne *et al.* (1988) quienes sustituyeron el 50% del maíz con harina de copra en la dieta de cerdos en crecimiento, y suplementaron con aminoácidos sintéticos, encontrando mejoras en el desempeño productivo de los cerdos, lo cual coincide con los resultados del presente estudio. Por otro lado, contrario a estos resultados, en ese mismo estudio se reseñan desmejoras en todas las variables indicativas del comportamiento productivo al incrementar la cantidad de harina de copra a las dietas, y no solamente sobre el consumo de alimento.

El Cuadro 5 muestra que el espesor de la grasa dorsal en los diferentes grupos de cerdos fue similar entre tratamientos. No existen reportes científicos respecto al uso de HP y sus efectos sobre esta variable en cerdos, sin embargo en el presente estudio se observó que la utilización de la HP no afectó el espesor de la grasa dorsal. Por otra parte, la disminución de la proteína cruda de la dieta conjuntamente con el uso de LS no produjo variaciones significativas en el espesor de la grasa dorsal, lo cual coincide con los resultados de Figueroa *et al.* (2003).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que al sustituir el 25% de la energía proveniente del maíz con harina de pijiguao no se afecta el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento, mientras que al añadir lisina sintética a esas dietas se desmejora la conversión de alimento. Por otra parte, la sustitución del 50% de esa energía por la harina de pijiguao, disminuye el consumo de alimento sin detrimento de la ganancia de peso ni la conversión de alimento. No obstante, esta última mejora sustancialmente al añadir lisina sintética sin afectar las otras variables. La utilización de la harina del fruto de pijiguao se plantea como una alternativa energética para ser utilizada en la dietas de cerdos en crecimiento, donde las condiciones climáticas permitan cultivar esta palma tropical para el uso de pequeños productores de cerdos.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento otorgado al Proyecto PG N° 11-7137-2008,

Cuadro 5. Efectos simples de la harina de pijiguao y lisina sintética sobre la grasa dorsal de cerdos en crecimiento.

Variable ¹	Lisina sintética (%)						EE ²
	0,00			0,27			
	Harina de pijiguao (%)						
	0	25	50	0	25	50	
Peso inicial (kg)	30,33	31,59	29,93	30,51	31,03	29,68	0,80
Peso final (kg)	65,69	65,25	61,37	64,00	65,44	62,37	1,98
CA (kg/d)	1,95	1,94	1,77	1,93	2,00	1,82	0,07
GDP (kg/d)	0,87	0,84	0,80	0,84	0,84	0,83	0,03
CAL	2,34b	2,40ab	2,53a	2,45ab	2,58a	2,26b	0,08

¹P1: opuesto a la primera costilla, P2: opuesto a la última costilla y P3: opuesto a la última vértebra lumbar

²EE: Error estándar.

al Prof. Gonzalo Martínez G. de la Facultad de Agronomía de la UCV, por la asesoría en la realización de los análisis estadísticos y al Ing. Agr. Alexis Rivas por su asistencia en las mediciones de grasa dorsal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses. Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed. Arlington, EUA.
- Baldizán, G. 2004. Efectos del aceite de pijiguao (*Bactris gasipaes* H.B.K) sobre los lípidos séricos y la coagulación de la sangre en pollos de engorde. Tesis Doctoral. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 117 p.
- Batterham E.S.; L.M. Andersen; D.R. Baigent; E. White. 1990. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: effects of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. *Br. J. Nutr.* 64: 81-94.
- Bikker P.; M.W.A. Verstegen; M.W. Bosch. 1994. Amino acid composition of growing pigs is affected by protein and energy intake. *J. Nutr.* 124: 1961-1969.
- Chaimsohn, F.P.; M. Montiel; E. Villalobos; J. Mora-Urpí. 2008. Anatomía micrográfica del folíolo de la palma neotropical *Bactris gasipaes* (Arecaceae). *Rev. Biol. Trop.* 56: 951-959.
- Chen, H.Y.; A.J. Lewis; P.S. Miller; J.T. Yen. 1999. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism on finishing barrows and gilts. *J. Anim. Sci.* 77: 1-10.
- Crome P.K.; F.K. McKeith; T.R. Carr; D.J. Jones; D.H. Mowrey; J.E. Cannon. 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *J. Anim. Sci.* 74: 709-716.
- De La Llata M.; S.S. Dritz; M.D. Tokach; R.D. Goodband; J.L. Nelssen. 2002. Effects of increasing L-lysine HCl in corn or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 80: 2420-2432.

- Figueroa J.L.; A.J. Lewis; P.S. Miller; R.L. Fischer; R.M. Diedrichsen. 2003. Growth, carcass traits and plasma amino acid concentrations of gilts fed low-protein diets supplemented with crystalline amino acid including histidine, isoleucine, and valine. *J. Anim. Sci.* 81: 1529-1537.
- Gómez, G; S. Quesada; C.I. Nanne. 1998. Efecto de factores antinutricionales en el pejibaye (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. *Agr. Costarricense* 22: 191-197.
- González, C.; I. Díaz; R. Salas. 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.
- Hahn, I.K.; J.H. Lee. 2000. The role of synthetic amino acids in monogastric animal production. *Review. Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13:543-560.
- INIA. 2007. Estación Meteorológica. Campo Exp. Ceniap. Maracay. Venezuela.
- Kerr, B.J.; J.T. Yen; J.A. Nienaber; R.A. Easter. 2003. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 1998-2007.
- Lewis, A.J.; H.S. Bayley. 1995. Amino acid bioavailability. *In: C. B. Ammerman; D.H. Baker; A.J. Lewis (Eds.). Bioavailability of Nutrients for Animals. Academic Press, San Diego, EUA.* pp. 35-65.
- Mora-Urpí, J. 1993. Diversidad genética en pejibaye II: Origen y domesticación. *In: Mora-Urpí, J.; L.T. Szott; M. Murillo; V. M. Patiño (Eds.). IV Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Universidad de Costa Rica, San José de Costa Rica.* pp. 21-30.
- Moore, S.; W. Stein. 1963. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. *Methods Enzymol.* 6: 819-831.
- Murillo, M.; A. Kronberg; J. Mata; J. Calzada; V. Castro. 1983. Estudios preliminares sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pejibaje (*Bactris gasipaes*). *Rev. Biol. Trop.* 31: 227-231.
- Murillo, M. 1991. Utilización de la harina de pejibaye en la alimentación de aves y cerdos. *In: Mora-Urpí J.; L.T. Szott; Murillo, M.; V. M. Patiño (Eds.). IV Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. Iquitos, Perú. Universidad de Costa Rica, San José de Costa Rica.* pp. 441-462.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press. Washington, EUA.*
- NUTRION.1999. Comercializadora de Software, 5.0. Ciudad de México. México.
- Pacheco de Delahaye E.; A. Alvarado; R. Salas; A. Trujillo. 1999. Composición química y digestibilidad de la proteína de veinte ecotipos de Pijiguao (*Bactris gasipaes*) del Amazonas de Venezuela. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 49: 384-387.
- Pizzani, P.; M. Blanco; T. Malaver; S. Godoy; I. Matute; J. Palma; N.E. Obispo. 2008. Composición fitoquímica y nutricional de harina de pijiguao (*Bactris gassipaes* Kunth H.B.K.). *Zootecnia Trop.* 26: 235-238.
- SAS. 2002. *SAS User's Guide. System for Mixed Models. 5th ed. SAS Institute. Cary, EUA.*
- Thorne, P.J.; J. Wiseman; D.J.A. Cole; D.H. Machin. 1988. Use of diets containing high levels of copra meal for growing/finishing pigs and their supplementation to improve animal performance. *Trop. Agric. (Trinidad).* 65: 197-201.
- Zumbado, M.; M. Murillo. 1984. Composition and nutritive value of pejibaye (*Bactris gasipaes*) in animal feeds. *Biol. Trop.* 32: 51-56.