

Inclusión de la harina del fruto de *Artocarpus altilis* en dietas para cerdos en preceba

Inclusion of meal from Artocarpus altilis fruit in diets for pre-fattening pigs

Coralia Leyva¹, A. Ortiz¹, O. Martí² y M. Valdiviá³

¹ Centro de Estudio de Especies Menores, Universidad de Guantánamo, carretera a Santiago de Cuba, km 2 ½, Guantánamo, Cuba

E-mail: coralia@fam.cug.co.cu

² Empresa Porcina Guantánamo, Cuba

³ Instituto de Ciencia Animal (ICA), Mayabeque, Cuba

RESUMEN

En los municipios Baracoa y Maisí, provincia de Guantánamo, se determinó la composición bromatológica de la harina del fruto de *Artocarpus altilis* (árbol del pan) y se evaluó su inclusión en dietas para cerdos en la categoría de preceba. Se utilizaron 48 animales del híbrido Yorkland x Duroc, con 33 días de nacidos y 6 kg de peso vivo como promedio. El diseño fue totalmente aleatorizado, de clasificación simple y con cuatro réplicas, cada una de ellas constituida por tres animales. Los tratamientos consistieron en: un control en el que se consumió solo pienso, compuesto por maíz y harina de soya (T1); inclusión en el pienso de 10 % de harina del fruto del árbol del pan (HFAP) como sustituto del maíz (T2); 20 % de HFAP (T3) y 30 % de HFAP (T4). La harina del fruto del árbol del pan es una fuente rica en almidón, sacarosa, glucosa y fructosa; además, es muy pobre en lípidos (0,71 %) y posee un moderado contenido proteínico (5,80 %) y de fibra (7,74 %). Se obtuvieron iguales valores de viabilidad (100 %) y consumo (34,5 kg) en todos los tratamientos. Las concentraciones de taninos y saponinas fueron altas. Solo la dieta que incluyó el 10 % de la HFAP no difirió significativamente respecto al control en el resto de los indicadores evaluados. El impacto económico obtenido con esta dieta permitió ahorrar 23,19 USD por tonelada de peso vivo producido con respecto al control. Se recomienda incluir un 10 % de la HFAP como límite máximo en las dietas para cerdos en la etapa de preceba.

Palabras clave: *Artocarpus altilis*, harina de frutos, cerdos en preceba, composición bromatológica

ABSTRACT

In the Baracoa and Maisí municipalities, Guantánamo province, the bromatological composition of the meal from *Artocarpus altilis* (breadfruit) fruit and its inclusion in diets for pre-fattening pigs was evaluated. Forty eight Yorkland x Duroc hybrid animals, 33 days old and with 6 kg of live weight as average, were used. The design was completely randomized, of simple classification and with four replications, each of them constituted by three animals. The treatments consisted in: a control in which only concentrate feed, composed by corn and soybean meal, was consumed (T1); inclusion of 10 % meal from *A. altilis* fruit (MFBT) in the concentrate as substitute of corn (T2); 20 % of MFBT (T3) and 30 % of MFBT (T4). It was found that the meal from *A. altilis* fruit is a source rich in starch, sucrose, glucose and fructose; in addition, it is very poor in lipids (0,71 %) and has a moderate protein (5,80 %) and fiber content (7,74 %). The tannin and saponin concentrations were high. Equal values of viability (100 %) and intake (34,5 kg) were obtained in all the treatments. Only the diet that included 10 % of the MFBT did not differ significantly with regards to the control in the other evaluated indicators. The economic impact obtained with this diet allowed to save US \$23,19 per ton of live weight produced as compared with the control. To include 10 % of the MFBT as maximum limit in the diets for pre-fattening pigs is recommended.

Key words: *Artocarpus altilis*, fruit meal, pre-fattening pigs, bromatological composition

INTRODUCCIÓN

La crisis económica mundial ha agravado la situación alimentaria incluso en los países desarrollados. Asimismo, el ascenso constante de los precios de los cereales obliga a diversos estados a tomar medidas urgentes para enfrentar los posibles impactos (Del Toro, 2009). Por ello, el principal problema que en la actualidad enfrenta la ganadería industrial en el mundo es el aseguramiento alimentario para las distintas especies de animales económicamente útiles al hombre, en especial la crianza de aves y de cerdos, los cuales son muy dependientes de los granos y los cereales.

En la provincia de Guantánamo se pudieran explotar los beneficios que brinda el fruto del árbol del pan (*Artocarpus altilis*), ya que esta especie genera cada año alrededor de 9 000 t de frutos secos; se puede encontrar, además, en algunos municipios de Santiago de Cuba y Holguín, así como en huertos caseros de la Sierra del Rosario –Pinar del Río– y en la Isla de la Juventud (Rodríguez y Sánchez, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar bromatológicamente la harina del fruto del árbol del pan (HFAP) y evaluar el efecto de su inclusión como sustituto del maíz en dietas de cerdos en preceba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de la composición química de la HFAP. Para el análisis químico se tomaron diez muestras del fruto del árbol del pan en diferentes zonas de los municipios Baracoa y Maisí. Se tuvo en cuenta las diversas edades de las plantaciones, el tipo de suelo y el tamaño del fruto, con el objetivo de corregir el efecto de la variabilidad. Cada muestra estuvo constituida por 5 kg de fruto fresco, los cuales fueron secados y molidos antes del análisis. A continuación, las harinas se homogenizaron para obtener una muestra única. La materia seca (MS), el extracto etéreo (EE), la fibra bruta (FB), la fibra neutro detergente (FND) y la fibra ácido detergente (FAD), así como la lignina, la celulosa, la ceniza, el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el calcio (Ca) se determinaron según la AOAC (1995) en el laboratorio de química analítica del Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

El potasio (K), el magnesio (Mg), el azufre (S), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el manganeso (Mn) y las vitaminas se determinaron en el Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelo y Análisis de Plantas,

en la ciudad de Celaya –estado de Guanajuato, México–, según la AOAC (2000).

Para la determinación cualitativa de los factores antinutricionales se realizó el tamizaje fitoquímico en el laboratorio de química analítica de la Universidad Central de las Villas Martha Abreu, según la metodología descrita por Miranda y Cuellar (2000). Se utilizó un sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los metabolitos en los tratamientos. En todos los análisis se siguieron los siguientes criterios: +++ abundante; ++ moderado; + presencia; – ausencia.

El estudio de la concentración de taninos y saponinas se realizó en el Laboratorio de Química de Productos Naturales perteneciente al Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Campus Guanajuato, México. Los taninos condensados se determinaron por triplicado mediante el método de la vainillina-HCL, propuesto por Price *et al.* (1978); y las saponinas, con el método de la vainillina-ácido sulfúrico, sugerido por Hiai, Oura y Nakajima (1976).

El análisis de la sacarosa, la fructosa y la glucosa se realizó, simultáneamente, a través de ensayos enzimáticos, mediante un kit comercial (Boehringer Mannheim), descrito por Mancilla (2006); y el almidón, con el kit comercial Total Starch Assay Procedure (Megazyme), adoptado por la AOAC (1995) en el método 996.11 (McCleary y Monaghan, 2002).

Evaluación de la HFAP con cerdos en preceba. El experimento con cerdos en preceba duró 42 días y se desarrolló en el Integral Porcino Maquecito, provincia de Guantánamo. Se utilizaron 48 animales recién destetados del híbrido Yorkland x Duroc, con 33 días de nacidos y 6 kg de peso vivo como promedio. El diseño fue totalmente aleatorizado (clasificación simple), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; cada repetición estuvo constituida por tres animales, para un total de 12 por tratamiento. Los cerdos se ubicaron en naves, en un sistema de alojamiento tipo Flat Deck, donde recibieron agua y alimento *ad libitum*.

Los tratamientos consistieron en la inclusión, en el pienso, de 10, 20 y 30 % de harina del fruto del árbol del pan como sustituto del maíz; más un control en el que se consumió solo pienso, compuesto por maíz y harina de soya. La tabla 1 muestra el nivel de inclusión de cada materia prima por tratamiento, así como su aporte nutritivo. Para la obtención de la harina del fruto del árbol del pan se procedió según la tecnología descrita por Leyva y Valdiviév (2007).

Tabla 1. Materias primas empleadas en cada tratamiento y su aporte nutritivo.

Materia prima	Nivel de inclusión de la HFAP (%)			
	0 (control)	10	20	30
Harina de maíz	57,48	46,97	36,45	25,94
Harina de soya	39,49	40,0	40,52	41,03
HFAP	0,0	10,0	20,0	30,00
Carbonato de calcio	1,13	1,13	1,13	1,13
Fosfato monocalcico	1,0	1,0	1,0	1,00
Sal común	0,35	0,35	0,35	0,35
Premezcla minero-vitamínica	0,45	0,45	0,45	0,45
Cloruro de colina	0,10	0,10	0,10	0,10
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,00
Aporte calculado				
PB (%)	21,00	21,06	21,13	21,20
EM (Kcal/kg)	2 904,00	2 896,00	2 870,00	2 855,00
Ca (%)	0,75	0,80	0,83	0,90
P (%)	0,31	0,31	0,32	0,32
Costo de la dieta (USD/t)	379,21	354,21	329,17	304,10

Las dietas se formularon teniendo en cuenta los requerimientos de la categoría, según la norma NRC (1998). A los 42 días de la preceba se determinó la viabilidad (%), el peso vivo final (kg), la ganancia media diaria (g), el consumo (kg) y la conversión alimenticia (kilogramo de alimento consumido por kilogramo de PV obtenido).

Análisis económico. En cada tratamiento se evaluó el costo de la alimentación, expresado en dólares (USD), y se analizó el costo del alimento por tonelada de peso vivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de la harina del fruto del árbol del pan se muestra en la tabla 2. Dicha harina contiene 88,79 % de materia seca y niveles de proteína bruta bajos (5,8 %), en comparación con los del maíz, el trigo, el sorgo y otros cereales y seudocereales (FAO, 1999); sin embargo, son superiores a los de la harina de raíz de yuca (Buitrago, Gil y Ospina, 2001) y se acercan a los de la harina de raíz de boniato (Rostagno, 2005).

El contenido de fibra bruta (7,74 %), FAD, FND, lignina y celulosa es superior al del maíz, el sorgo, el trigo, la cebada, el triticale, la cabecilla de arroz, la harina de yuca, la harina de boniato y la harina de plátano (Dale, 2006), y ligeramente inferior al de la avena y el arroz *paddy*, por lo cual no deben presentarse dificultades en la alimentación

de los cerdos cuando el nivel de fibra no supera el 10 % (NRC, 1998).

Tabla 2. Composición química de la HFAP (base seca).

Nutriente (%)	Concentración
MS	88,79
PB	5,80
EE	0,71
FB	7,74
FND	27,82
FAD	17,7
Lignina	6,17
Celulosa	11,13

El contenido de extracto etéreo de la HFAP es extremadamente bajo (0,71 %), por lo que este alimento en la práctica no aporta ácidos grasos esenciales a los animales; sin embargo, es una excelente fuente de almidón (56,43 %), sacarosa, glucosa y fructosa (tabla 3). Valdivié y Álvarez (2003) obtuvieron un 58 % de almidón en este alimento, lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo.

El valor de los carbohidratos en la HFAP fue de 77,25 %, en correspondencia con lo indicado por Acero (1995), quien planteó que la concentración de este nutriente en la HFAP es superior a la de la

Tabla 3. Concentración de carbohidratos en la HFAP (% MS).

Carbohidratos	Almidón	Sacarosa	Glucosa	Fructosa
77,25	56,43	13,66	14,5	13,0

papa, la yuca y el plátano, y similar a la del maíz, el arroz y el trigo.

La harina del fruto del árbol del pan realiza un buen aporte de minerales (tabla 4), ya que supera al maíz en cuanto a Fe, Cu y Zn, lo iguala en Mg y es ligeramente inferior en Ca, K y Mn (Dale, 2006); por ello, las premezclas de minerales tradicionales deben funcionar bien en piensos con altos contenidos de harina del fruto del árbol del pan.

La composición de vitamina A, vitamina C, tiamina y riboflavina de la HFAP se muestra en la tabla 4. Este fruto, según Leyva y Pohlan (2005), aporta cantidades importantes de tiamina, vitamina C y vitamina A.

Por su parte, Ragone (1997) determinó el contenido de nutrientes del fruto del árbol del pan en diferentes formas de elaboración (crudo, asado, hervido, fermentado y en pasta), destinadas al consumo humano en la Polinesia, y señaló que es rico en carbohidratos y constituye una buena fuente de vitaminas y minerales.

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a la harina del fruto del árbol del pan se muestran en la tabla 5. Dicha harina no posee triterpenos ni flavonoides, pero presenta taninos y saponinas.

Tabla 4. Aporte de minerales y vitaminas en la HFAP (base seca).

Nutriente	Concentración
Calcio, %	0,98
Fósforo total, %	0,14
Potasio, %	1,63
Magnesio, %	0,09
Azufre, %	0,07
Hierro, ppm	120,00
Zinc, ppm	6,00
Manganeso, ppm	0,44
Cobre, ppm	3,03
Vitamina A, UI/mg	283,00
Tiamina, mg/100 g	0,12
Riboflavina, mg/100 g	0,30
Vitamina C, mg/100 g	6,50

Diversos autores (Albert, 2006; Trompiz *et al.*, 2007; Pedraza, 2000) han señalado que los taninos y las saponinas presentes en las dietas de cerdos tienen varios efectos indeseables, tales como: reducción en la digestibilidad de la materia seca, daños en la mucosa intestinal, astringencia, sabor amargo, formación de espuma y hemólisis. Ello reduce el consumo del alimento y, como consecuencia, disminuye la velocidad de crecimiento.

Tabla 5. Tamizaje fitoquímico realizado a la HFAP.

Factor antinutricional	Presencia/ ausencia	Cuantificación (g/100 g de MS)
Taninos condensados	+	4,24
Saponinas	+	0,33
Triterpenos	-	-
Flavonoides	-	-

En la tabla 6 se muestran los indicadores productivos evaluados en los cerdos en preceba. En lo referente a la viabilidad y el consumo de alimentos, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. El peso vivo final y la ganancia media diaria no difirieron del control ni del tratamiento con 10 % de HFAP; sin embargo, estos difirieron significativamente ($p < 0,01$) con respecto a los de 20 y 30 % de inclusión, que no presentaron diferencias significativas entre sí.

La conversión alimentaria fue diferente entre todos los tratamientos, excepto en el control y el de 10 % de inclusión de la HFAP que mostraron los índices más aceptables en este indicador, lo cual se reflejó en el mayor peso corporal de los animales al final del experimento.

Estos resultados productivos estuvieron influenciados por la presencia de taninos y saponinas en la harina del fruto del árbol del pan, ya que, al ser incluida en dosis de 20 y 30 % en la dieta de los cerdos, incrementó significativamente el consumo de dichos factores antinutricionales, lo cual determinó que se obtuviera menor ganancia diaria y, por ende, menor peso vivo final en ambos tratamientos experimentales.

Al respecto, Huisman *et al.* (1990) realizaron experimentos en los que se apreció una alta sen-

Tabla 6. Indicadores productivos en la preceba (desde los 34 hasta los 75 días de edad).

Indicador	HFAP (%)				EE ±
	0 (control)	10	20	30	
Peso vivo inicial, kg	6,0	6,0	6,0	6,0	0,04
Peso vivo final, kg	24,33 ^a	23,75 ^a	22,25 ^b	21,66 ^b	0,37**
Viabilidad, %	100,0	100,0	100,0	100,0	-
Ganancia media diaria, g/día	436,0 ^a	422,5 ^a	387,0 ^b	372,0 ^b	6,93**
Consumo, kg	34,5	34,5	34,5	34,5	-
Conversión, kg de alimento/kg PV	1,88 ^a	1,94 ^a	2,12 ^b	2,21 ^c	0,03**
Costo del alimento/t de peso vivo, USD	537,72	514,53	510,40	484,36	-
Utilidad vs. control, USD	-	23,19	27,32	53,36	-

^{abc} Medias con letras diferentes difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955) ** $p < 0,01$

sibilidad a los taninos por parte de los lechones. Esto coincide con los resultados de Jansman (1993), quien también obtuvo bajos índices productivos en esta categoría al someter a los animales a dietas con concentraciones moderadas en taninos.

En este sentido, Gutiérrez *et al.* (2003) señalan que los taninos condensados pueden producir efectos depresivos en el consumo y en la digestibilidad de la materia seca, ya que provocan saciedad y limitan el aprovechamiento de esta. Por otra parte González y Díaz (1997) observaron, en ganado porcino, un efecto negativo de las saponinas en el consumo de pienso y en la digestibilidad de los nutrientes que lo conforman.

El más alto costo del alimento por tonelada de peso vivo se alcanzó en el control (537,72 USD); esto se debió a la mayor inclusión de maíz en la dieta y a su elevado precio en el mercado internacional. Por otra parte, en el tratamiento que contenía un 10 % de HFAP el costo se redujo en 23,19 USD; además, este no difirió del control en los indicadores bioproductivos.

En esta investigación se demostró que la harina del fruto del árbol del pan es una fuente de energía rica en almidón, sacarosa, glucosa y fructosa; y que aunque es muy pobre en lípidos y tiene un moderado contenido proteínico, de fibra y de las fracciones de esta, posee una cantidad importante de taninos condensados y saponinas que debe ser considerada cuando se utiliza en la alimentación de cerdos.

Se recomienda utilizar un 10 % de harina del fruto del árbol del pan en los piensos para cerdos en la etapa de preceba, debido a que no se altera el comportamiento productivo de estos y se reduce el costo de la alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, D.L.E. 1995. Informe de comisión a Barbaocoas-Nariño. Proyecto árbol del pan. Universidad Distrital. Santafé de Bogotá, Colombia. 12 p.
- Albert, A. 2006. Características físico-químicas de *Trichanthera gigantea* (H & B), *Morus alba* Linn. y *Erythrina poeppigiana* (Walp. O.F.) y su efecto en la fisiología digestiva y comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. 131 p.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis 15th ed. Assoc. Off. Agric. Anal. Chem. Washington, D.C. 2000 p.
- AOAC. 2000 Official Methods of Analysis 17th ed. Assoc. Off. Agric. Anal. Chem. Arlington, Virginia. 580 p.
- Buitrago, J.; Gil, J. L. & Ospina, B. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas, No.14. FENAVI-FONAV, Bogotá. 47 p.
- Dale, N. 2006. Feedstuffs ingredient analysis table. University of Georgia, Athens, Ga.
- Del Toro, R. 2009. Crisis económica mundial. Disponible en: www.mundosocialista.net. [03/2009].
- FAO. 1999. El maíz en la alimentación humana. Depósitos de documentos de la FAO. Disponible en: [ftp://ftp.fao.org/doc/fao/meeting](http://ftp.fao.org/doc/fao/meeting). [01/2009].
- González, C. & Díaz, I. 1997. Posibilidades de utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L. Lam.) y otros recursos alternativos en la alimentación de animales monogástricos en Venezuela. Seminario Científico Internacional "Alimentación Alternativa para el Trópico" y IV Encuentro sobre Nutrición de animales monogástricos. Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
- Gutiérrez, V. E.; Villaseñor, A. A.; Cancino, M. R.; Lemus, O.E. & Madrigal, S. 2003. Contenido de compuestos fenólicos en arbustos y árboles

- forrajeros en San Lucas, Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal. Morelia, Michoacán. p.182.
- Hiai, S.; Oura, H. & Nakajima, T. 1976. Color reaction of some sapogenin and saponins with vanillin and sulfuric acid. *Planta Médica*. 29: 6.
- Huisman, J.; Van der Poel, A.F.; Versteegen, M.W. & Van Weerden E.J. 1990. Antinutritional factors (ANF) in pig production. *World Review of Animal Production*. 25(3):77.
- Jansman, A. J. 1993. Tannins in feed feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition Research Reviews*. 6:209.
- Leyva, A. & Pholan, J. 2005. Agroecología en el trópico. Ejemplo de Cuba. La biodiversidad vegetal como conservarla y multiplicarla. Ed. Shaker Verlag. México D. F. 10 p.
- Leyva, C. S. & Valdivié, M. 2007. Fruta del pan y la alimentación alternativa en animales de traspatio. *Revista ACPA*. 1:48.
- Mancilla, N. 2006. Caracterización molecular de fructanos en agaves *Dasyliirion* spp. Identificación de fructosyl transferasa y su expresión en *Pichia pectoris*. Tesis en opción al título de Doctor, especialidad Biotecnología de Plantas. Instituto de Investigaciones de Estudios Avanzados del IPN. Campus Guanajuato, México.
- McCleary, B.V. & Monaghan, D.A. 2002. Determinación de almidón resistente y no resistente. *J. AOAC International*. 85:665.
- Miranda, M. & Cuellar, A. 2000. Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. Facultad de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Poultry. 10th ed. National Academy Press, Washigton. D. C. p. 96.
- Pedraza, R. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliciridia sepium* (Jacq) Kunt ex Walp y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. 126 p.
- Price, L.; Van Scoyoc. S. & Butler, L. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem*. 26(5): 1214.
- Ragone, D. 1997. Breadfruit. *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. IPGRI. Roma. p.17.
- Rodríguez, A. & Sánchez, P. 2001. Frutos en Cuba. En: Especies de frutales cultivadas en Cuba en la agricultura urbana. AGRINFOR / MINAGRI, La Habana. p. 17.
- Rostagno, S. H. 2005. Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 2^{da} ed. Reunión de Sociedades Brasileñas de Zootecnia. Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Vicosá. p. 51.
- Trompiz, J.; Gómez, A.; Rincón, H.; Ventura, H.; Bohórquez, N. & García, A. 2007. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. *Rev. Cient. Maracaibo*. 17:103.
- Valdivié, M. & Álvarez R. 2003. Utilización del árbol del pan (*Artocarpus communis*) en pollos de engorde. *Rev. cubana Cienc. agric*. 37:169.

Recibido el 22 de abril del 2013

Aceptado el 25 de septiembre de 2013