

FLUJO DE DIGESTA ILEAL Y RECTAL EN CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS DE MIELES DE CAÑA DE AZUCAR Y FOLLAJE DE *Cajanus cajan**

Ileal and rectal digesta flow in pigs fed diets based on sugar cane molasses and *Cajanus cajan* foliage

Consuelo Díaz¹ y Julio Ly¹

RESUMEN

Se usaron seis ó tres cerdos intactos o ileorectostomizados, respectivamente, de 35 kg, según un cuadrado latino 3x3 para estudiar la influencia en el flujo de digesta ileal o rectal, de niveles variables: 0, 10 y 20% respectivamente, de harina (HFG) de follaje de gandul (*Cajanus cajan* (L) Millsp) como fuente foliar de proteína (fibra cruda= 17,50 %, Nx6,25= 23,80 %, energía bruta= 19,00 kJ/g MS). El gandul se cultivó como fuente de granos para el consumo humano y se cosecharon las ramas terminales (30 cm) para preparar harina a partir de follaje secado al sol. La inclusión de HFG aumentó significativamente la salida ileal de digesta fresca (P<0,05) y agua (P<0,10) desde 2280 hasta 2716 y desde 2069 hasta 2427 g/kg MS consumida con los niveles de 0 y 20 % de HFG, respectivamente. En forma similar, se incrementó significativamente (P<0,01) el flujo rectal de digesta fresca y agua, desde 331 hasta 846 y desde 231 hasta 646 g/kg MS consumida, respectivamente. La inclusión del follaje de *Cajanus cajan* en dietas de mieles de caña de azúcar para cerdos favorece la salida ileal y fecal de material fresco y seco, en similitud con datos hallados habitualmente con otras fuentes foliares de proteína correspondientes a arbustos o árboles tropicales.

Palabras clave: cerdos, flujo de digesta, ileon, recto, melaza de caña, *Cajanus cajan*,

ABSTRACT

Six or three pigs of 35 kg either intact or ileorectostomized were used according to a 3x3 Latin square design to study the effect of graded levels (0, 10 and 20%, respectively) of glandul pea mill foliage (*Cajanus cajan* (L) Millsp) as a protein foliage source (crude fiber, 17.50 %, Nx6.25, 23.80 %, gross energy, 19.00 kJ/g DM) on ileum and total digestibility values. The glandul pea was cultivated for grains human consumption, and terminal branches (30 cm) were used to prepare a foliar glandul pea meal (FPM) from sun dried leaves. The inclusion of FPM increased ileum flow of fresh material (P<0.05) and water (P<0.10) from 2280 to 2716 and from 2069 to 2427 g/kg DM intake with levels of 0 and 20 % of FPM, respectively.

(*) Recibido: 26-01-2008

Aceptado: 24-03-2008

(1) Instituto de Investigaciones Porcinas, AP 1, Punta Brava. La Habana 19 200, Cuba. E-mail: Díaz@iip.co.cu; JLy@iip.co.cu.

A similar effect ($P < 0.01$) was observed in rectal flow of fresh material and water, the values increasing from 331 to 846 and from 231 to 646 g/kg DM consumed, respectively. The introduction of *Cajanus cajan* foliage in diets based on sugar cane molasses for pigs tends to favor ileum and fecal output of fresh and dry materials, in similitude to data from other sources of foliage protein from tropical shrub or tree sources.

Key words: pigs, flow of digest, ileum, rectum, sugar cane molasses, *Cajanus cajan*, tree foliag.

INTRODUCCIÓN

El uso de follajes arbóreos y arbustivos tropicales en la alimentación porcina puede ser una alternativa para los países del trópico con bajos recursos financieros (Sarria 2003, Ly 2004), como en otros lugares similares (Gutteridge y Shelton 1994). Sin embargo, la inclusión de este tipo de alimento en las dietas de los cerdos determina una elevación del consumo de fracciones fibrosas y una disminución de los índices digestivos (Díaz 2003). Por otro lado, el bajo contenido de nitrógeno y fibra de las mieles de caña de azúcar, así como su alto contenido en azúcares totales (Macías y Ly 1995) convierte a los follajes de los árboles y arbustos del trópico en un ingrediente ideal para las dietas confeccionadas con estas mieles para alimentar al ganado porcino.

Entre los follajes arbóreos y arbustivos promisorios para la ganadería porcina está el gandul, guandul o quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Millsp), el cual se ha comenzado a evaluar en distintos lugares de la cuenca del Caribe, no solamente desde el punto de vista agronómico (Sandoval *et al.* 1991, Martínez *et al.* 1996, Higuera *et al.* 1998, Padilla *et al.* 2003, Vivas y Morales 2005) sino de su posible

utilización en la alimentación de cerdos (Macías y Ly 1999, Trómpiz *et al.* 2002).

Estudios de digestibilidad *in vitro* e *in vivo* con follaje de *Cajanus cajan* han demostrado que este follaje posee un índice de digestibilidad aceptable para ser incluido en las dietas de los cerdos (Udedibie y Igwe 1989, Macías y Ly 1999). Sin embargo, este tipo de alimento determina variaciones marcadas en el flujo de digesta ileal y fecal, aunque la respuesta animal puede variar en dependencia del follaje utilizado, según han referido Adejun y Ademosun (1985) y Pok Samkol *et al.* (2004). Aún así, la influencia del uso de follajes arbóreos en el flujo de digesta ha sido poco estudiada.

El objetivo de este trabajo fue determinar qué influencia tiene la harina de follaje de gandul en el flujo de digesta en distintos puntos del tracto gastrointestinal, cuando los cerdos son alimentados con dietas de mieles de caña como fuente principal de energía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron ramas terminales de gandul (30 cm) cultivado como fuente de granos para el consumo humano. El follaje se secó al sol y se

molió para obtener una harina de follaje con partículas de 0,33 mm de tamaño. Esta harina se mezcló con el resto de los ingredientes de la dieta. La composición de la harina de follaje de gandul en base seca, fue la siguiente: proteína bruta (N x 6,25)= 23,75, fibra cruda= 17,53, energía bruta= 19,22 kJ/g MS.

Se confeccionó una dieta básica de miel de caña de azúcar (tipo B) y harina de soya (66,5 y 30 % de la dieta seca, respectivamente) más vitaminas y minerales (Ly *et al.* 1998). De esta dieta se sustituyó el 0, 10 y 20 % por harina de follaje de gandul. Las características de las dietas que se confeccionaron se muestran en la Tabla 1.

Se ejecutaron dos experimentos en forma simultánea. En el experimento 1, se distribuyeron al azar 3 cerdos machos castrados ileorectostomizados según la técnica de Green *et al.* (1987) de 35 kg aproximadamente, en tres tratamientos que consistieron en la dieta de miel/soya con niveles variables de harina de follaje de gandul, acorde con un cuadrado latino 3x3. Los animales fueron alojados individual

mente en jaulas de metabolismo para la determinación de la digestibilidad ileal, lo que ha sido informado en otro lugar (Macías y Ly 1999).

En el experimento 2, se distribuyeron al azar seis cerdos machos castrados intactos de 35 kg aproximadamente en tres tratamientos similares a los del experimento 1. Los animales fueron alojados en corrales individuales para la determinación de la digestibilidad rectal por el método indirecto (Van Keulen y Young 1977).

El procedimiento experimental empleado en ambos estudios ha sido descrito detalladamente por Ly *et al.* (1998). La composición proximal de los alimentos y el contenido de MS en heces y digesta ileal fueron determinados según los procedimientos estándar de la AOAC (1990). La prueba de rango múltiple de Duncan (Steel *et al.* 1997) fue utilizada para identificar las diferencias entre medias de los tratamientos, cuando el análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, todos los animales

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales (% en base seca).

Ingredientes	Harina de follaje de gandul, %		
	0	10	20
Miel de caña de azúcar	66,5	59,8	52,9
Harina de soya	30,0	27,0	23,9
Harina de follaje de gandul	-	10,0	20,0
NaCl	0,5	0,4	0,4
CaPO ₄ H ₂ O	1,2	1,1	1,1
Vitaminas y minerales ¹	1,8	1,7	1,7
Análisis			
Materia seca	81,2	82,6	83,9
Ceniza	9,4	9,0	8,7
Materia orgánica	90,6	91,0	91,3
Fibra cruda	2,0	3,5	5,1
Nitrógeno	2,5	2,6	2,8

¹ Premezcla de acuerdo con los requerimientos del NRC (1998)

se mantuvieron saludables durante el trabajo y no mostraron falta de apetito en ningún momento. Una vez finalizado el experimento los animales fueron sacrificados y la necropsia no indicó ninguna anomalía evidente atribuible al estudio que se realizó.

Los resultados del estudio del flujo de digesta ileal se muestran en la Tabla 2.

Al analizar el volumen de digesta ileal y la salida de agua, se halló un incremento significativo ($P < 0,05$) en la salida de material fresco cuando se incluyó el follaje en 20 % en la dieta. No se observaron diferencias significativas entre 0 y 10 % de inclusión del follaje para ninguno de los indicadores medidos. La salida de agua solo mostró tendencia a aumentar a medida que se incrementó la inclusión de follaje en la dieta.

El aumento en el flujo de digesta ileal cuando se utilizan follajes en la dieta de cerdos ha sido

informado con anterioridad por Ly (1995, 1999) al utilizar diferentes niveles de saccharina en la dieta. Bach Knudsen y Hansen (1991) sugirieron que existía una estrecha interdependencia entre la composición química del alimento y la voluminosidad de las excretas. A este respecto, Decuypere *et al.* (1994) planteó la hipótesis de que el incremento del volumen fecal estaba determinado por ciertas características físico químicas de la fibra, en mayor medida, que por el incremento del nivel de fibra en si, de la dieta. Esta teoría ha sido corroborada por Leterme *et al.* (1998), Chiv *et al.* (2003) y Díaz *et al.* (2007), quienes hallaron una alta interdependencia entre la capacidad de retención de agua de la dieta y la salida de material fresco y agua.

En la Tabla 3 se muestran los resultados del estudio de las medidas del flujo fecal de digesta.

En coincidencia con el

Tabla 2. Flujo de digesta ileal en cerdos alimentados con harina de follaje de gandul (experimento 1)

	Harina de follaje de gandul, %			ES ±
	0	10	20	
Flujo, kg/kg de MS consumida				
Material fresco	2280 ^a	2292 ^a	2716 ^b	185*
Agua	2069	2041	2427	173 [†]
Material seco	211	251	289	111
MS, %	9,25	10,95	10,64	0,90

[†] $P < 0,10$; * $P < 0,05$

^{ab} Medias en la misma fila sin letra en común difieren entre sí ($P < 0,05$)

Tabla 3. Flujo de digesta rectal en cerdos alimentados con harina de follaje de gandul (experimento 2)

	Harina de follaje de gandul, %			ES ±
	0	10	20	
Flujo, kg/kg de MS consumida				
Material fresco	331 ^a	565 ^{ab}	846 ^b	155**
Agua	231 ^a	410 ^{ab}	642 ^b	141**
Material seco	100 ^a	155 ^{ab}	204 ^b	43**
MS, %	30,21 ^a	27,43 ^{ab}	24,11 ^b	2,37*

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

^{ab} Medias en la misma fila sin letra en común difieren entre sí ($P < 0,05$)

experimento ileal, los cerdos que fueron alimentados con las dietas que contenían el follaje arbóreo emitieron excretas mas acuosas que el tratamiento control, aunque este efecto fue más marcado en la dieta con 20 % del follaje ($P < 0,01$). No se hallaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre el control y el 10 % de inclusión del follaje. El aumento en la salida diaria de excretas al parecer estuvo asociado al aumento del agua defecada y este efecto estuvo determinado a su vez, por el incremento del nivel de fibra de las dietas con el follaje.

En la Tabla 4 se presenta un estimado de la desaparición de materiales en el intestino grueso de los cerdos alimentados con las dietas de harina de follaje de gandul, obtenido mediante la resta entre los valores de flujo ileal y flujo fecal.

Tabla 4. Desaparición de digesta en el intestino grueso de cerdos alimentados con harina de follaje de gandul (experimentos 1 y 2).

	Harina de follaje de gandul, %		
	0	10	20
Material fresco	1949	1727	1870
Agua	1838	1631	1785
Material seco	111	96	85

Se ha evidenciado la eficiencia del intestino grueso en la absorción de materiales cuando los cerdos fueron alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar (Ly 1995, Macías y Ly 1995). Se halló que a medida que aumentó el nivel del follaje de gandul en el alimento, desapareció menos material fresco y seco en el ciego y colon de los animales. Esto está en consonancia con los datos hallados en condiciones similares para la diferencia en la digestibilidad ileal y

rectal de estas dietas (Macías y Ly 1999). Es interesante resaltar que debido a que la concentración de MS en las muestras obtenidas en el recto fue cada vez menor mientras más follaje de gandul comieran los animales, el monto de agua desaparecido en el intestino grueso pareció ser no dependiente del tipo de tratamiento ensayado.

Aunque en este experimento no se comprobó la hipótesis que plantea la habilidad de algunos alimentos fibrosos para retener el agua dentro del lumen intestinal (Decuypere *et al.* 1994) por la similitud de estos resultados con los expuestos por Díaz *et al.* (2005) y Díaz *et al.* (2007), podemos concluir que la inclusión del follaje de *Cajanus cajan* en dietas de mieles de caña de azúcar para cerdos, favorece la salida ileal y fecal de material fresco y seco, lo cual posiblemente está asociado con las características de la fibra del material utilizado y con el propio incremento del nivel de fibra de la dieta, en analogía con datos hallados habitualmente con otras fuentes foliares de proteína correspondientes a arbustos y árboles tropicales. Evidentemente se requiere mayor información al respecto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración técnica de los señores J. Cabrera, en el cuidado y manejo de los animales, y J.L. Reyes en la preparación quirúrgica de los cerdos.

REFERENCIAS

- Adejun, J.O. and Ademosun, A.A. 1985. Effect of plant age at and harvest, and of cutting

- time, frequency and height on the dry matter yield and nutritive value of *Gliricidia sepium* and *Cajanus cajan*. Journal of Animal Production Research 5: 1-11.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (K. Helrick, editor). Arlington. 1230p.
- Bach Knudsen, K.E. and Hansen, I. 1991. Gastrointestinal implication in pigs of wheat and oat fraction. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and the others mayor constituents. British Journal of Nutrition 55: 217-232.
- Decuyper, J.A., Spriet, S.M. and Van Gils, L.G. 1994. Influence of the Water Holding Capacity (WHC) of the feed on the preacaecal and faecal apparent digestibility in pigs. En: VI International Symposium on Digestive Physiology in Pigs (W.D. Souffrant y H. Hagemester, editors). Bad Doberan, 1: 125-128.
- Chiv, P., Preston, T.R. and Ly J. 2003. Mulberry (*Morus alba*) leaves as protein sources for pigs fed rice-based diets: Digestibility studies. Livestock Research for Rural Development, 15(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd15/1/phiny151.htm>.
- Díaz, C. 2003. Evaluación nutritiva del uso de recursos arbóreos tropicales en la alimentación de los cerdos en Cuba. Tesis de Maestría en Producción Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana. 78 p.
- Díaz, C., Domínguez, H. y Martínez, V. 2005. Flujo de digesta en cerdos alimentados con recursos arbóreos. Algarrobo (*Albizia lebeck*) y guásima (*Guazuma ulmifolia*). Revista Computadorizada de Producción Porcina 12: 135-139.
- Díaz, C., Grageola, F., Lemus, C. and Ly J. 2007. Studies on the cell wall digestibility in pigs fed leucaena (*Leucaena leucophala* (Lam.) de Wit) leaf meal. Journal of Animal and Veterinary Advances 6: 1190-1193.
- Green, S., Bertrand, S.L., Duron, M.J.C. and Maillard, R.A. 1987. Digestibility of aminoacids in maize, wheat and barley meal, measured in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine. Journal of Science Food and Agriculture 41: 29-43.
- Gutteridge, R.C. and Shelton H.M. 1994. Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International. Wallingford 389 p.
- Higuera, A., Castillo, A., García, C., Soto, I., Sandoval, L. y Lobo, R. 1998. Efecto de la Frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes

- Variedades de quinchoncho, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia 15:188-198.
- Leterme, P., Froidmont, E., Rossi, F. and Thewis, A. 1998. The high water capacity of pea inner fibre affects the ileal flow of endogenous acids in pig. Journal of Agriculture and Food Chemistry 46:1927-1934.
- Ly, J. 1995. Fisiología digestiva del cerdo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. 136 p.
- Ly, J. 1999. Evaluación de la proteína y energía de la Saccharina en cerdos ileorectostomizados. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 33:57-62.
- Ly, J. 2004. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. Revista Computadorizada de Producción Porcina 11:5-27.
- Ly, J., Reyes, J.L., Macías, M., Martínez, V., Domínguez, P.L. and Ruiz, R. 1998. Ileal and total tract digestibility of leucaena meal (*Leucaena leucophala* (Lam.) de Wit) in growing pigs. Animal Feed Science and Technology 70:265-273.
- Macías, M. y Ly, J. 1995. Balance de nitrógeno y energía de cerdos alimentados con dietas de lodos y mieles de clarificación con zeolitas. Revista Computadorizada de Producción Porcina 2:33-34.
- Macías, M. y Ly, J. 1999. Digestibilidad ileal y total de follaje de *Cajanus cajan* en cerdos alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Central de Venezuela) 40:165-169.
- Martínez, J., Leonte, L., Castellano, G. e Higuera, A. 1996. Evaluación de 25 líneas de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) con fines de selección para su uso como leguminosa arbustiva forrajera. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia 13:181-200.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council. National Academy Press (tenth revised edition) Washington, D.C. 189 p.
- Padilla, C., Colom, S., Díaz, M.F., Curbelo, F. y González, A. 2003. Altura y momento de corte en gandul (*Cajanus cajan*) para la producción de forraje. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 37:91-95.
- Pok Samkol, B., Díaz, C., Macías, M. and Ly J. 2004. The nutritive value for monogastrics animals of tropical tree leaves may be a response of its physico-chemical properties. Revista Computadorizada de Producción

- Porcina 11 (suplemento 1): 30-32.
- Sandoval, A.J., Arellano, M.R., Carranco, J.M., Perez Gil, R.F. y Balvaner, P. 1991. *Cajanus cajan* L. Millsp (gandul), recurso forrajero explotable en México. Su composición química. Turrialba 41: 211-216.
- Sarria, P. 2003. Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos. In: Agroforestería para la Producción Animal en América Latina II (M.D. Sánchez y M. Rosales, editores). Estudios FAO de Producción y Sanidad animal N° 155. Roma, pp. 213-216.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. and Dickie, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Book Co. New York 666p.
- Trómpiz, J., Ventura, M., Esparza, D., Higuera, A., Padrón, S. y Aguirre, J. 2002. Efecto de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de follaje de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Millisp) sobre el comportamiento productivo en cerdos en etapa de engorde. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia 11: 391-396.
- Udedibie, A.B.I. and Igwe, F.O. 1989. Dry matter yield and chemical composition of pigeon pea (*C. cajan*) leaf meal and the nutritive value of pigeon pea leaf meal and grain meal for laying. Animal Feed Science and Technology 24: 111-119.
- Van Keulen, J. and Young S.A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as natural marker in ruminal digestibility studies. Journal of Animal Science 44: 262-266.
- Vivas, N.J. y Morales, S. 2005. Evaluación agronómica y producción de grano de diez accesiones de gandul (*Cajanus cajan*) en la meseta de Popayán-Cauca. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad del Cauca) 3:36-40
-