

DIGESTIBILIDAD IN VITRO (FECAL) DE SEMILLAS DE LA PALMA REAL (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) Y EL COCO (*Cocos nucifera* L.) PARA CERDOS

J. Ly

Instituto de Investigaciones Porcinas, PO Box 1, Punta Brava, La Habana, Cuba
email: julioly@utafoundation.org

RESUMEN

*Se determinó la digestibilidad in vitro (fecal) de palmiche, fruto de la palma real (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) y del endospermo del coco (*Cocos nucifera* L.) cubanos.*

El contenido de fibra cruda, proteína bruta (Nx6.25) y extracto etéreo del palmiche y el endospermo del coco in natura fue 25.0, 6.5 y 20.1%, y 11.3, 6.0 y 60.1% en base seca respectivamente. La digestibilidad in vitro del N y la materia orgánica fueron significativamente más bajas ($P<0.001$) en el palmiche (40.0 y 61.1%) que en el endospermo del coco (75.5 y 80.4%).

Se sugiere que la mayor parte de los nutrientes de la fracción de la materia orgánica del palmiche es digerida en el ciego y el colon de los cerdos. Todo lo contrario parece ocurrir con el endospermo del coco.

Palabras claves: cerdos, palmiche, coco, digestibilidad in vitro, excretas

Título corto: Digestibilidad in vitro (fecal) de palmiche

IN VITRO (FAECAL) DIGESTIBILITY OF ROYAL PALM (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) NUTS AND COCONUT (*Cocos nucifera* L.) SEEDS FOR PIGS

SUMMARY

*In vitro faecal digestibility was determined in Cuban royal palm (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) nuts and coconut (*Cocos nucifera* L.) seed endosperm.*

Crude fibre, crude protein (Nx6.25) and ether extract of royal palm nuts and coconut endosperm were 25.0, 6.5 and 20.1%, and 11.3, 6.0 and 60.1% in dry basis respectively. In vitro (faecal) digestibility of N and organic matter were significantly ($P<0.001$) lower in royal palm nuts (30.0 and 61.1%) than in coconut endosperm (75.5 and 80.4%).

It is suggested that the major part of nutrients contained in the organic matter fraction of royal palm nuts is digested in the caecum and colon of pigs. The contrary appears to occur considering the coconut endosperm.

Key words: pigs, royal palm nut, coconut, in vitro digestibility, faeces

Short title: In vitro (fecal) digestibility of royal palm nut

INTRODUCCION

El uso de palmiche en la alimentación animal, particularmente del ganado porcino, es relativamente menos conocida, al menos de una forma racional (ver por ejemplo, Mesa et al 1999), que otros productos palmáceos, como el endospermo del coco (Ly et al 2005). Esta situación existe, a pesar de que el palmiche, fruto de la palma real, es usado espontáneamente en la alimentación de los cerdos en Cuba, y probablemente en todos los lugares de la cuenca del Caribe donde hay cerdos, y la palma real (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) es endémica.

Es poco lo que se conoce sobre el valor del palmiche como alimento para el ganado porcino, aunque están disponibles algunos resultados de pruebas de comportamiento en cerdos (García et al 2001; Santana et al 2001, 2006; Abeledo et al 2004), y de la digestibilidad del palmiche (Ly et al 1999; 2000; Ly 2000).

En otro momento (Ly 2005), se ha hecho énfasis en la necesidad de usar procedimientos rápidos, económicos y fáciles de hacer, como las pruebas de determinación in vitro de la digestibilidad. Sobre este particular, existen algunos antecedentes del uso de inóculo fecal de cerdos para la producción de gas in vitro a partir de distintos recursos alimentarios (Graham et al 1989; Löwgren 1992; Ly et al 1997; Christensen et al 1999; Bauer et al 2001, 2004; Jaguelin-Peyraud y Noblet 2003; Boudry et al 2004; Wang et al 2004; Coles et al 2005).

El objetivo del presente experimento fue determinar el valor nutritivo del palmiche y del endospermo del coco, con vistas a ser aprovechados en la alimentación de ganado porcino.

MATERIALES Y METODOS

Se usó la técnica de incubación in vitro (fecal, DIVF) para establecer el valor nutritivo para cerdos de harina de palmiche (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) y endospermo de coco (*Cocos nucifera* L.). Se evaluaron cuatro muestras de palmiche y coco que se cosecharon en el Instituto, en la provincia cubana de Ciudad de La Habana. Las características de la composición química de estos recursos palmáceos están en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de los productos palmáceos (en %, base seca)

	Palmiche	Endospermo del coco
n	4	4
Materia seca	54.15	48.01
Cenizas	6.88	2.12
Materia orgánica	93.12	97.88
Fibra cruda	25.00	11.30
Extracto etéreo	20.11	60.14
Nx6.25	6.53	6.02

Las excretas que se usaron en el experimento se colectaron directamente del recto de cerdos alimentados con una dieta convencional (ver Ly et al 2000), se procesaron de acuerdo con el procedimiento de Menke y Steingass (1988) modificado por Ly (2005). La incubación se llevó a cabo durante 48 horas a 39°C, después de mezclar el inóculo fecal diluido en una solución tampón de bicarbonato, con los sustratos a estudiar,

en la proporción de 30 mL/200 mg en base seca. Se utilizaron como productos patrones el almidón de arroz con calidad reactiva y celulosa de madera.

El material insoluble residual después de terminar la incubación se separó de la fase líquida por filtración al vacío. En las muestras de los productos palmáceos, del residuo insoluble posterior a su incubación, o recogidas en las excretas, se determinó el contenido de MS, cenizas y N de acuerdo con los procedimientos de la AOAC (1995). Se definió el contenido de materia orgánica como 100 menos el por ciento de ceniza.

Una vez finalizada la incubación, los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) totales se midieron de acuerdo con Phimmasan et al (2004). El pH se determinó mediante un pHmetro digital.

Los valores de digestibilidad fecal in vitro se compararon mediante un diseño de clasificación simple. Cuando el análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, las medias se separaron de acuerdo con la d-ésima de comparación múltiple según Duncan (Steel y Torrie 1980). En este trabajo se usó el paquete estadístico de Harvey (1990) para procesar los datos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido de MS y el pH del inóculo fue de 3.00% y 6.80. Los valores hallados en esta investigación estuvieron muy cercanos a los previamente informados desde Vietnam (Ly et al 1997). A propósito, el pH de contenido cólico y rectal suele estar entre 6.7 y 7.0, según los hallazgos de otros laboratorios, como, por ejemplo, los de Bach Knudsen y Hansen (1991).

La DIVF de la materia orgánica en almidón de arroz y celulosa de madera fue como promedio 87.9 y 27.5% respectivamente (tabla 2). Estos resultados son considerados el reflejo de la actividad fermentativa de la microflora indígena fecal de los cerdos. Desde otro ángulo, la presente información concordaría con la que proveyeron Bauer et al (2001, 2004) así como Wang et al (2004), desde el punto de vista de la capacidad microbiana para la degradación de distintos tipos de carbohidratos.

Tabla 2. Digestibilidad in vitro (fecal) en productos palmáceos

	Digestibilidad, %		
	Materia seca	Materia orgánica	N
n	4	4	4
Almidón de arroz ¹	88.8 ^a	87.9 ^a	-
Celulosa de madera	27.5 ^d	27.5 ^d	-
Palmiche	59.4 ^c	61.1 ^c	40.0
Endospermo de coco	72.2 ^b	80.4 ^b	75.5
EE ±	0.83 ^{***}	0.67 ^{***}	2.17 ^{**}

¹ La pureza del almidón de arroz y de la celulosa de madera fue 99.5 y 97.5% respectivamente

** $P < 0.001$; *** $P < 0.001$

^{abcd} Medias sin letra en común en la misma columna difieren significativamente ($P < 0.05$) entre sí

En la tabla 2 se puede observar que la DIVF del N y la materia orgánica fueron significativamente más bajos ($P < 0.001$) en el palmiche (40.0 y 61.1%) que en el endospermo del coco (75.5 y 80.4%). Se encontró que la DIVF de la materia orgánica del endospermo del coco fue significativamente más alta ($P < 0.001$) que la del palmiche. Por otra parte, la DIVF de la materia orgánica siguió la tendencia de la MS, con valores significativamente ($P < 0.001$) mínimos para el palmiche.

El valor promedio del pH en el medio de incubación descendió a 6.70 ± 0.15 , lo que indicó la influencia de la aparición en el medio de productos de fermentación en forma de AGCC.

Tabla 3. Producción de AGCC por cada gramo de materia orgánica desaparecida por incubación in vitro (fecal)

Sustrato	AGCC, mmol/g materia orgánica
n	4
Almidón de arroz	10.50 ^a
Celulosa de madera	4.73 ^b
Palmiche	6.10 ^{ab}
Endospermo de coco	9.63 ^a
EE ±	1.25*

* $P < 0.05$

^{ab} Medias en la misma columna sin letra en común difieren significativamente ($P < 0.05$) entre sí

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los sustratos utilizados como control, el almidón de arroz y la celulosa de madera (tabla 3). Estos valores de AGCC totales producidos parecen tener la misma tendencia en magnitud, a los resultados correspondientes a la digestibilidad in vitro de la materia orgánica, puesto que a mayor desaparición de material del medio de incubación, mayor fue la concentración de AGCC medida después de 48 hr, y así fue mayor la producción de estos productos finales de la fermentación. Estos resultados están en línea con otros encontrados en este laboratorio (Ly 2005). Por otra parte, Metz y Van der Meer (1985) encontraron que la digestibilidad in vitro (fecal) de materia orgánica de la harina de copra exsolvente o exprensada fue de 75.2 y 82.6% en ese orden. Estas cifras son parecidas a las aquí encontradas, a pesar de las diferencias en tipos de muestra de endospermo de coco, y de condiciones de trabajo. Igualmente, estos datos están de acuerdo con otros hallados in vivo para la digestibilidad de la materia orgánica en la harina de copra, y que estaban entre 71.0% (Just et al 1983) y 75.0% (Kuan et al 1982). En cambio, las cifras de digestibilidad in vivo del N de la harina de copra ha sido informado estar entre 50.2 y 62.0% (ver Ly et al 2005). La discrepancia entre estos valores in vitro e in vivo no son fáciles de entender, aunque se ha observado una variabilidad alta entre los distintos resultados que se han informado.

En otros estudios (Ly et al 2000), se encontró que la digestibilidad in vivo, fecal, de la materia orgánica y el N del palmiche fue 58.5 y 25.0% respectivamente, cuando se calculó por el método de diferencia. Los datos que se proveen en la presente comunicación para la digestibilidad in vitro, fecal, de materia orgánica y N fueron 61.0 y 40.0% en ese orden (tabla 2). Según lo que se puede colegir, existe una correspondencia aceptable entre ambas aproximaciones al valor nutritivo del palmiche en cerdos.

La producción de AGCC estuvo cercana a la que se encontró anteriormente en condiciones similares de trabajo (Ly et al 1997; 2005), pero con distintos tipos de sustratos y con otros períodos de incubación. Ly et al (1997) hallaron que en el medio de incubación final la concentración de AGCC fue de aproximadamente 6.38 mmol/g MS incubada. Cuando se asume una digestibilidad promedio de 51.5% para la materia orgánica (Ly 2005), y si en ese experimento la generación de AGCC fue 8.6 mmol/g materia orgánica desaparecida del medio de incubación. Los valores así calculado se acercan a los de Blümmel et al (1999) al establecer una estequiometría empírica que relacionó la materia orgánica degradada con la producción de AGCC en estudios de digestión in vitro de rumen.

Tabla 4. Digestibilidad en ciego y colon de nutrientes de productos palmáceos

	Materia orgánica	
	Fecal ¹	N
Digestibilidad de palmiche, %		
Fecal ¹	61.1	40.0
Ileal ²	24.8	33.0
Diferencia	36.3	7.0
Digestibilidad de endospermo de coco, %		
Fecal ¹	80.4	75.0
Ileal ²	61.5	72.5
Diferencia	18.9	2.5

¹ Este experimento

² Según Ly et al (1999)

Se practicó un estimado de la digestión del palmiche y del endospermo del coco en el intestino grueso del cerdo, a partir de los datos de digestibilidad in vitro (pepsina/pancreatina) obtenidos anteriormente (Ly et al 1999). Según estos cálculos, se pudiera inferir que en condiciones in vivo, la desaparición de nutrientes en ciego y colon sería mayor en el palmiche que en endospermo del coco. En este sentido, un 59.4% de la materia orgánica del palmiche, desaparecida en el tracto gastrointestinal del cerdo pudiera tener lugar en el intestino grueso. En el caso del endospermo del coco, esta valor sería considerablemente menor y ascendería a 23.5%.

De acuerdo con el examen de la digestibilidad in vitro de los productos palmáceos que se hizo aquí, se sugiere que la mayor parte de los nutrientes del palmiche es digerida en el ciego y el colon de los cerdos. Todo lo contrario parece suceder con el endospermo del coco, particularmente para la materia orgánica.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Sra. Martha Carón, por su asistencia técnica tan profesional en el laboratorio. El desarrollo del presente estudio pudo realizarse gracias a las facilidades dadas en su momento por el Dr. T.R. Preston, de la Fundación para la Universidad de Agricultura Tropical, y por las autoridades de la Universidad de Ciudad Ho Chi Minh, Vietnam.

REFERENCIAS

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (15th edition). Washington, District of Columbia, pp
- Abeledo, C.M., Santana, I., Pérez, I. y Brache, F. 2004. Rasgos de comportamiento y canal de cerdos Criollo y CC21 alimentados con palmiche como única fuente energética. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(2):9-100
- Bach Knudsen, K.E. y Hansen, I. 1991. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 2. Microbial activity in the gastrointestinal tract. *British Journal of Nutrition*, 65:233-248
- Bauer, E., Williams, B.A., Bosch, M.W., Voigt, C., Monsenthin, R. y Verstegen, M.W.A. 2004. Differences in microbial activity of digesta from three sections of the porcine large intestine according to in vitro fermentation of carbohydrate-rich substrates. *Journal of Science and Food Agriculture*, 82:2097-2104
- Bauer, E., Williams, B.A., Voigt, C., Monsenthin, R. y Verstegen, M.W.A. 2001. Microbial activities of faeces from unweaned and adult pigs in relation to soluble fermentable carbohydrates. *Animal Science*, 73:313-322
- Blümmel, M., Aiple, K.P., Steingass, H. y Becker, K. 1999. A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acids production and gas formation in vitro in substrates of widely differing quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 81:157-167
- Boudry, Ch., Buldgen, A., Anciaux, B., Ruiz, M.A. y Leterme, P. 2004. Mise au point d'une méthode de détermination in vitro du taux de fermentation des fibres dans le gros intestin du porc. *Journées de la Recherche Porcine*. Paris, 36:203-209
- Coles, L.T., Moughan, P.J. y Darragh, A.J. 2005. In vitro digestion and fermentation methods, including gas production techniques, as applied to nutritive evaluation of foods in the hindgut of humans and other simple-stomached animals. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124:421-444
- Christensen, D.N., Bach Knudsen, K.E., Wolstrup, J. y Jensen, B.B. 1999. Integration of ileum cannulated pigs and in vitro fermentation to quantify the effect of diet composition on the amount of short-chain fatty acids available for fermentation in the large intestine. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 79:755-762
- García, A., Rosabal, M. y Martínez, R.M. 2001. Comportamiento en la montaña de cerdos Criollo x CC21 alimentados con dietas de palmiche y bajas en proteínas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 8(1):56-61
- Graham, H., Löwgren, W. y Aman, P. 1989. An in vitro method for studying digestion in the pig. 2. Comparison with in vivo ileal and faecal digestibilities. *British Journal of Nutrition*, 61:689-698
- Harvey, W.R. 1990. Mixed model least squared and maximum likelihood computer program (PC2 version). Ohio State University Press. Columbus, pp 91
- Jaguelin-Peyraud, Y. y Noblet, J. 2003. Prédiction de la digestibilité de la matière organique et de l'énergie chez le porc en croissance à l'aide d'une méthode in vitro. *Journées de la Recherche Porcine*. Paris, 35:75-82
- Just, A., Jorgensen, H., Fernández, J.A., Bech-Andersen, S. y Hansen, N.E. 1983. Føskelligefoderstoffers kemiske sammensætning, fordøjelighed, energi-og proteinværdi til svin. *Beretning Statens Husdyrbrugforsøg* N° 556. Copenhagen, pp 99
- Kuan, K.K., Mok, T.K., Alimon, R. y Farrell, D.J. 1982. Determinación de la composición química y energía digestible de algunos alimentos en cerdos en Malasia. *Producción Animal Tropical*, 7:338-345
- Löwgren, W. 1992. An in vitro method for studying digestion of dietary components and the energy value of pig feeds. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, pp 102
- Ly, J. 2000. Una nota sobre los índices digestivos en cerdos alimentados ad libitum con palmiche intacto o molido. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34:133-135
- Ly, J. 2005. Digestibilidad in vitro (fecal) de follajes arbóreos tropicales: leucaena, marpacífico y gandul. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 12:
- Ly, J., Santana, I. y Macías, M. 2000. Estudios de digestibilidad de palmiche en cerdos criollos cubanos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34:315-322
- Ly, J., Gonzalvo, S. y Carón, M. 1999. Estudios de digestión in vitro de semillas de la palma real (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) y el coco (*Cocos nucifera* L.) para cerdos. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Central de Venezuela)*, 40:227-232
- Ly, J., Nguyen Van Lai, Rodríguez, L. y Preston, T.R. 1997. In vitro gas production and washing losses of tropical crop residues for ruminants and pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 9(4):14-23
- Ly, J., Sarmiento, L. y Santos, R. 2005. Las Palmas como fuente de Alimento para Cerdos en el Trópico. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Serie Manuales, No. 9. Mérida, pp 188
- Mesa, M., Alvarez, M. y Sánchez, N. 1999. Las palmas. In: *Los Productos Forestales no Madereros de Cuba*. Serie Forestal No. 13. FAO. Santiago de Chile, p 10-17
- Metz, S.A.M. y Van der Meer, J.M. 1985. Nylon bag and in vitro techniques to predict in vivo digestibility of organic matter in feedstuffs for pigs. In: *Digestive Physiology in the Pig* (A. Just, H. Jorgensen y J.A. Fernández, editores). *Beretning Statens Husdyrbrugforsøg* N° 580. Copenhagen, p 373-376
- Phimmasan, H., Pok, S. y Ly, J. 2004. A note on the estimation of metabolites in hard faeces of rabbits. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(1):38-42

Santana, I., Enríquez, M.L., Alonso, A., González, A.M., Herrera, H., Santos, R., Guerra, M.A. y Brache, F. 2001. Cerdos criollos alimentados con palmiche al final de la ceba. Productos cárnicos derivados. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 8(2):75-83

Santana, I., García, A., Abeledo, C.M. y Macías, M. 2006. Evaluación de distintos factores que influyen en la ceba de cerdos Criollo Cubano. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 13:65-71

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. y Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach (tercera edición). McGraw-Hill Book Company In Company. New York, pp 666

Wang, J.F., Zhu, Y.H., Li, D.F., Wang, Z. y Jensen, B.B. 2004. In vitro fermentation of various fiber and starch sources by pig faecal inocula. Journal of Animal Science, 82:2615-2620