

DIGESTIBILIDAD ILEAL Y RECTAL DE CERDOS CRIOLLO CUBANO ALIMENTADOS CON DIETAS DE MIELES ENRIQUECIDAS DE CAÑA DE AZÚCAR Y AFRECHO DE TRIGO

M. Macías, Olga Martínez, H. Domínguez, Consuelo Díaz, Isabel Santana y J. Ly

Instituto de Investigaciones Porcina. Gaveta Postal No. 1, Punta Brava. La Habana, Cuba
email: mmacias@iip.co.cu y julioly@utafoundation.org

RESUMEN

Se ejecutaron dos experimentos para saber si el proceso de mejoramiento genético por selección llevado a cabo durante 12 años en cerdos Criollo Cubano había tenido alguna influencia en la digestibilidad de nutrientes de dietas no convencionales formuladas con mieles de caña de azúcar, en las que se incluyó afrecho de trigo, como ingrediente rico en pared celular vegetal. En el experimento 1, se usaron cuatro cerdos Criollo Cubano, rústicos y mejorados en igual proporción, machos castrados e ileorrectostomizados. En el experimento 2 fueron ocho cerdos Criollo Cubano, igualmente rústicos y mejorados en igual proporción, pero intactos. Los experimentos se diseñaron como arreglos factoriales 2 x 2 en forma de cambio, en el que los factores fueron el tipo de animal y dietas conteniendo o no afrecho de trigo (20% de la dieta, en base seca).

No hubo interacción significativa ($P>0.05$) genotipo x dieta en ninguna de las medidas hechas. En general, tanto la digestibilidad ileal como la rectal de MS fue alta y típica de los cerdos alimentados con altas proporciones de mieles enriquecidas de caña de azúcar. No hubo efecto de genotipo en la digestibilidad ileal de nutrientes, salvo en la fibra cruda, que aunque baja, fue significativamente menor ($P<0.01$) en los cerdos Criollo Cubano mejorados. En el ileon, el afrecho de trigo determinó una menor digestibilidad de nutrientes, que fue significativa ($P<0.05$) para la materia orgánica (79.2 y 75.3%) pero no para el N (75.7 y 74.8%). La digestibilidad rectal de nutrientes no estuvo influida significativamente por el genotipo, aunque fue mayor en todos los índices en el caso de los Cerdos Criollos rústicos. La digestibilidad rectal de la MS, la materia orgánica y la fibra cruda fueron significativamente inferiores ($0.05>P>0.001$) en la dieta con afrecho de trigo, pero en ésta, la digestibilidad rectal de FDN fue significativamente superior ($P<0.01$) en comparación con la dieta sin afrecho. La inclusión de 20% de afrecho de trigo no tuvo influencia en la digestibilidad rectal del N.

El programa de mejoramiento genético del cerdo Criollo Cubano no parece haber influido considerablemente en los índices digestivos, al menos en dietas de mieles de caña. El valor nutritivo del afrecho de trigo como el usado en este trabajo fue más bien alto para este tipo de subproducto.

Palabras claves: cerdos, Criollo Cubano, digestibilidad, mieles de caña de azúcar, afrecho de trigo

Título corto: Digestión de mieles en cerdos Criollo Cubano

ILEAL AND RECTAL DIGESTIBILITY IN CUBAN CREOLE PIGS FED DIETS BASED ON ENRICHED SUGAR CANE MOLASSES AND WHEAT BRAN

SUMMARY

Two experiments were conducted to know if the process of genetic improvement through selection carried out during 12 years in Cuban Creole pigs had influence if any on nutrient digestibility of non conventional diets, formulated to contain sugar cane molasses, and where wheat bran was introduced as a component rich in cell wall. In experiment 1, four Cuban Creole pig, either improved or not, in the same proportion, castrate males and ileorrectostomized were used. In experiment 2, another eight Cuban Creole pigs, improved or not in the same proportion too, and intact, were used. The experiments were designed as 2 x 2 factorial arrangements in change over, the factors being either the type of breed or diets containing or not wheat bran (20% of diet, in dry basis).

There was not significant ($P<0.05$) genotype x diet interaction in any measurement. Overall, both ileal and rectal DM digestibility was high and typical of pigs given high proportion of enriched sugar cane molasses. There was no effect of genotype on ileal digestibility of nutrients, except for crude fibre, which, although low, was significantly ($P<0.01$) minor in the improved Cuban Creole pigs. Wheat bran determined a lower ileal digestibility of nutrients, which was significant ($P<0.05$) for organic matter (79.2 and 75.3%) but not for N (75.7 and 74.8%). Rectal digestibility of nutrients was not significantly influenced by genotype, although was generally higher in all measured indices in the case of the unimproved Cuban Creole pigs. Rectal digestibility of DM, organic matter and crude fibre were significantly lower ($0.05>P>0.01$) in the diet containing wheat bran, but rectal digestibility of NDF was significantly ($P<0.01$) higher than in the control diet. The inclusion of 20% wheat bran in the diet had no influence on N digestibility.

It appears that the program for genetic improvement of the Cuban Creole pig had not considerable influence on digestive indices of the animals, at least in diets based on sugar cane molasses. The nutritive value of wheat bran such that employed in the present work was rather high for this type of byproduct.

Key words: pigs, Cuban Creole, digestibility, sugar cane molasses, wheat bran

Short title: *Digestion of sugar cane molasses in Cuban Creole pigs*

INTRODUCCIÓN

El cerdo Criollo Cubano, descendiente del cerdo ibérico español, y representante del grupo racial más extensamente difundido entre los porcicultores del país, especialmente los residentes en las zonas montañosas, ha sido explotado en crianzas extensivas y en condiciones de traspatio sin ningún tipo de selección artificial y en sentido general nunca se le han creado condiciones de habitat semejantes a la de los cerdos especializados.

Esta situación ha llevado a muchos productores la idea de considerar a los cerdos nativos de una región capaces de manifestar una habilidad especial en la utilización de alimentos no convencionales, particularmente los fibrosos, aunque esto no ha sido comprobado (Ly y Diéguez 1995; Ly et al 1998; Macías 2006). Las cualidades que pudieran tener estos animales desde el punto de vista digestivo para enfrentar una alimentación basada en productos no convencionales, apenas ha sido estudiada, a pesar de haber sido este tipo de alimento el más empleado en su alimentación durante años (Macías 2006).

Esta investigación tuvo por objetivo determinar si los cerdos Criollo Cubano que han sido sometidos a cierto proceso de selección han experimentado cambios en la digestibilidad de nutrientes, en contraste con otros rústicos, procedentes del mismo lugar de donde se originaron las estirpes que se utilizaron para fundar el centro genético "San Pedro" para cerdos Criollo Cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con vistas a ganar información en relación con las peculiaridades digestivas en esta raza de cerdos, se hicieron dos experimentos para estudiar según un arreglo factorial 2x2 en un diseño de cambio (Gill y Magee 1976; Gill 1978), índices digestivos hasta íleon o recto en cerdos Criollo Cubano, rústicos, o mejorados tras 12 años de ser sometidos a un proceso de selección convencional. La dieta consistió en miel rica de caña de azúcar del tipo B y harina de soya, con afrecho de trigo incluido al 20% o no. La miel B es una melaza intermedia que se obtiene en el proceso de obtención de azúcar, y cuyas características han sido estudiadas ya (Macías et al 2001). Desde el punto de vista de la respuesta animal, la miel B no provoca diarrea en los cerdos, y los rasgos de comportamiento son propios de un potencial de crecimiento medio. Detalles de la formulación de las dietas usadas en este estudio fueron informados anteriormente (Macías et al 2008).

En el experimento 1, se usaron 4 cerdos ileorrectostomizados de 54 kg de peso. Estos animales fueron preparados quirúrgicamente de acuerdo con el método propuesto por Green et al (1987) posteriormente adaptado por Domínguez et al (2000).

Los detalles del alojamiento y manejo de los animales fueron descritos por Macías et al (2008). Las muestras fueron almacenadas bajo congelamiento hasta el momento de su análisis. Una vez descongeladas y mezcladas apropiadamente, se tomaron alícuotas para medir N en las

excretas frescas, mientras que el resto se secó en una estufa con circulación de aire a 60°C. Las excretas secas se molieron en un molino de martillo y posteriormente se midió el contenido de cenizas y fibra cruda de acuerdo con el método de la AOAC (1995), mientras que la FDN se determinó siguiendo a Van Soest et al (1991). Se consideró que la materia orgánica fue el resultado de restar el por ciento de ceniza de 100. Los procedimientos analíticos que se condujeron en las excretas fueron los mismos hechos en las muestras de alimento. Todos los análisis se ejecutaron al menos por duplicado.

En el experimento 2 se usaron 8 cerdos intactos de 47 kg, en dos períodos sucesivos de 12 días para determinar la digestibilidad rectal de las dietas. Estos animales fueron alimentados con las mismas dietas y estuvieron sujetos a la misma manipulación experimental, incluyendo unible de consumo diario de alimento igual al del experimento 1. La recogida cuantitativa de excretas se realizó según lo establecido rutinariamente en el Instituto, mediante colecta total durante cinco días consecutivos después de nueve días de adaptación a dieta, de los cuales siete fueron en corrales individuales y dos en las jaulas. Las medidas en excretas y alimento se llevaron a cabo de la misma manera que se hizo en el experimento 1.

El cálculo de la digestibilidad se efectuó de acuerdo con las recomendaciones de Schneider y Flatt (1975) para la determinación por el método directo. Se hizo un estimado de la digestibilidad ileal y rectal de nutrientes por el método de diferencia (Crampton y Harris 1969).

Se usó el paquete estadístico de Harvey (1990) para procesar los datos, con vistas a realizar un análisis de varianza para el contraste de medias (Steel et al 1997). En el caso del experimento 1, se consideraron cuatro réplicas por tratamiento, mientras que en el segundo experimento, las réplicas fueron ocho.

RESULTADOS Y DISCUSION

General

Durante el transcurso de las investigaciones, ningún animal mostró síntoma alguno de malestar. El consumo de alimento fue tal como estuvo previsto.

El resultado de la evaluación biométrica no reveló efecto significativo ($P>0.05$) de la interacción genotipo x dieta en ningún sentido. Aún así, con vistas a mostrar explícitamente los resultados, en éstos aparecen las medias por tratamiento.

En general, tanto la digestibilidad ileal como la rectal de MS fue alta y típica de los cerdos alimentados con altas proporciones de mieles enriquecidas de caña de azúcar (ver por ejemplo, Marrero y Ly 1976; Figueroa et al 1988).

Experimento 1

El efecto de genotipo en los índices digestivos en los animales ileorrectostomizados se presenta en la tabla 1. Los animales

rústicos, sin ningún mejoramiento por selección mostraron valores de digestibilidad hasta el ileon de MS, ceniza, materia orgánica y FDN, que fueron ligeramente superiores a los de los cerdos criollos mejorados, aunque ello no fue significativo ($P>0.05$). En contraste, la digestibilidad ileal de fibra cruda fue significativamente ($P<0.05$) peor en los cerdos rústicos, cuando este índice se comparó con el de los mejorados. No hubo efecto de genotipo en la digestibilidad ileal del N ($P>0.05$), aunque los valores para los cerdos rústicos parecieron ser algo inferiores en comparación con los criollos mejorados.

Tabla 1. Digestibilidad ileal en cerdos Criollo Cubano. Efecto del genotipo

	Genotipo		EE ±
	Mejorado	Rústico	
n	4	4	-
Digestibilidad, %			
MS	77.41	79.28	1.52
Ceniza	92.11	93.26	1.25
Materia orgánica	76.34	78.26	1.43
Fibra cruda	15.63	11.55	0.99**
FDN	27.04	27.49	2.11
Nitrógeno	75.32	74.49	1.42

** $P<0.01$

Vale la pena mencionar, que aunque en este experimento no se utilizaron animales mejorados como punto de comparación, la digestibilidad ileal de MS de la dieta de miel B y harina de soya determinó valores algo inferiores a los hallados para mieles más enriquecidas como la A y la rica, con cerdos mejorados en Cuba. A este respecto Figueroa et al (1984) informaron que en cerdos provistos de cánulas ileales reentrantes, la digestibilidad de la MS fue 82 y 84% cuando la miel rica o la miel A fueron la única fuente de energía. En este experimento de Figueroa et al (1984), la digestibilidad ileal de MS en una dieta de almidón de yuca fue 87%.

El afrecho de trigo hizo descender los índices de digestibilidad ileal de todos los nutrientes evaluados (tabla 2). Esto fue significativo ($P<0.05$) en el caso de la digestibilidad ileal de la MS, pero este efecto no se hizo evidente en los otros índices medidos ($P>0.05$). No existe mucha información relacionada con índices de digestibilidad ileal de nutrientes en cerdos Criollo Cubano (Ly 2000; Macías 2006).

Tabla 2. Digestibilidad ileal en cerdos Criollo Cubano. Efecto del afrecho de trigo

	Afrecho de trigo, %		EE ±
	-	20	
n	4	4	-
Digestibilidad, %			
MS	80.20	76.49	1.55*
Ceniza	93.64	91.73	1.21
Materia orgánica	79.23	75.39	1.43*
Fibra cruda	14.14	13.05	2.08
FDN	30.02	24.50	8.06
Nitrógeno	75.73	74.80	2.74

* $P<0.05$

Domínguez et al (2007) encontraron que en cerdos Criollo Cubano alimentados con harina de follaje de morera, la digestibilidad del N en este recurso arbóreo, así como el de la dieta control de miel rica, fue relativamente baja. Sin embargo, la digestibilidad ileal de MS y materia orgánica de la dieta de miel rica, fueron 79.9 y 78.5% en el experimento de Domínguez et al (2007), equivalentes a los de este experimento. Por otra parte, Macías et al (2006) no observaron cambios de importancia en la digestibilidad ileal de una dieta convencional que contenía una fuente fibrosa como el palmiche, cuando compararon cerdos Criollo Cubano rústicos y mejorados.

Desde el punto de vista de la comparación entre cerdos Criollo Cubano y otros de razas exóticas importadas en Cuba, Ly et al (2000) hallaron que el efecto de dietas fibrosas era más importante que el del genotipo cuando se comparó la digestibilidad rectal de los nutrientes entre cerdos Criollo Cubano y otros exóticos, CC21.

Experimento 2

Se halló que estos animales sin ningún mejoramiento genético por selección parecieron exhibir mayores valores en los índices digestivos rectales (tabla 3). Aún así, este efecto no fue significativo ($P>0.05$).

Tabla 3. Digestibilidad rectal en cerdos Criollo Cubano. Efecto del genotipo

	Genotipo		EE ±
	Mejorado	Rústico	
n	8	8	-
Digestibilidad, %			
MS	90.13	91.47	1.36
Materia orgánica	90.39	91.74	1.34
Fibra cruda	56.00	64.50	6.91
FDN	68.34	69.11	5.13
Nitrógeno	85.88	88.39	1.58
Digestión en el intestino grueso, % del total ¹			
MS	14.1	13.3	-
Materia orgánica	15.5	14.7	-
Fibra cruda	72.1	82.1	-
FDN	60.4	60.2	-
Nitrógeno	12.3	15.7	-

¹ Para detalles, ver texto

El estimado de la digestión de distintas fracciones de la dieta en el intestino grueso se calculó al restar los valores de digestibilidad ileal de los de digestibilidad rectal y se expresaron en por ciento (tabla 3 y 4). Estos datos no se sometieron a análisis de varianza por proceder de distintos experimentos. En lo que concierne al efecto de genotipo, se encontró que el monto mayor de desaparición de fibra cruda y FDN tuvo lugar en el ciego y el colon, como es habitual (Wenk 2001), en contraste con otras fracciones tales como la materia orgánica y el N. Es interesante resaltar que en los cerdos Criollo Cubano rústicos, más fibra cruda y N desapareció en el intestino grueso, en comparación con los Criollo Cubano mejorados.

Desde el punto de vista de los índices de digestibilidad rectal en la dieta de mieles enriquecidas como la B, sin afrecho de trigo, estos fueron altos, y se conoce bien que es

consecuencia de la formulación de la dieta con un alto nivel de mieles (ver por ejemplo, Ly1984).

índices digestivos, al menos en dietas de mieles de caña. El valor nutritivo del afrecho de trigo como el usado en este trabajo es más bien alto para este tipo de subproducto.

Tabla 4. Digestibilidad rectal en cerdos Criollo Cubano. Efecto del afrecho de trigo

	Afrecho de trigo, %		EE ±
	-	20	
n	8	8	-
Digestibilidad, %			
MS	92.53	89.08	1.06**
Materia orgánica	92.81	89.32	1.02***
Fibra cruda	66.42	54.08	6.49*
FDN	62.11	65.93	4.42**
Nitrógeno	88.39	85.88	1.58
Digestión en el intestino grueso			
MS	13.3	14.1	-
Materia orgánica	14.6	15.6	-
Fibra cruda	78.7	75.9	-
FDN	66.0	62.8	-
Nitrógeno	14.3	12.9	-

¹ Para detalles, ver texto

* P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Al igual que en el ileon, la digestibilidad rectal tendió a ser menor con la introducción del afrecho de trigo en el alimento, y ello fue significativo para la digestibilidad de la fibra cruda (P<0.05), la MS y la FDN (P<0.01), así como en el caso de la materia orgánica, donde la diferencia entre tratamientos fue altamente significativa (P<0.001). En contraste con todo lo anterior, no hubo efecto de dieta en la digestibilidad rectal del N (P>0.05). En cuanto a la desaparición de sustancias en el intestino grueso, el efecto de incluir afrecho de trigo en la dieta hizo descender ligeramente la contribución de esta parte del tracto gastrointestinal en lo referente a fibra cruda, FDN y N. En cambio, aumentó en pequeña extensión, la desaparición de MS y materia orgánica, lo que sugiere que fracciones no medidas del alimento desaparecieron en mayor proporción en el área posileal, tal vez minerales y lípidos.

En líneas generales, estos índices digestivos en cerdos alimentados con afrecho de trigo, están de acuerdo con lo que generalmente se conoce del efecto de la inclusión de elementos fibrosos en las dietas, en cuanto al efecto depresivo que tiene la fibra en la digestibilidad de nutrientes en el cerdo (Wenk 2001).

Los detalles de la digestión en el intestino grueso como consecuencia del tipo de dieta, revelaron que pareció que el 20% de afrecho en la dieta determinó una pequeña disminución en la desaparición de fibra cruda, pared celular y N en el intestino grueso de los cerdos, y en cambio, un ligero incremento en la desaparición de MS y materia orgánica, tuvo lugar en estas condiciones. En este experimento no se investigaron las causas de tales resultados, que sugieren una mayor desaparición de minerales y lípidos en el ciego y el colon. Es posible que la microflora del intestino grueso haya tenido cierta participación en estos cambios arriba apuntados.

La digestibilidad ileal y total calculada por diferencia para el afrecho de trigo fue 61.5 y 75.5% para la materia orgánica, mientras que fue 75.1 y 67.2% para el N, respectivamente.

El programa de mejoramiento genético del cerdo Criollo Cubano no parece haber influido considerablemente en los

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen toda la ayuda técnica brindada por el Sr. J. Cabrera durante la ejecución de este experimento, así como al resto del personal de laboratorio por la eficiente ejecución de las determinaciones analíticas. Igualmente se dan las gracias a los colegas del Centro Genético "San Pedro" por el suministro de los cerdos criollos mejorados, y a los de la cooperativa campesina "Diez de Octubre", Sancti Spiritus por poner a disposición de este experimento los cerdos criollos rústicos.

REFERENCIAS

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (K. Helrick, editor). Arlington, pp 1 230
- Crampton, E.W. y Harris, L.E. 1969. Applied Animal Nutrition. The Use of Feedstuffs in Formulation of Livestock Rations. W.H. Freeman. San Francisco, pp 753
- Domínguez, H., Díaz, C. y Reyes, J.L. 2000. Anastomosis ileorrectal término-terminal con colostomía en cerdos. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 7(3):54-62
- Domínguez, H., Macías, M., Díaz, C., Martín, G. y Ly, J. 2007. Nota sobre índices digestivos ileales en cerdos alimentados con harina de morera. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 14:29-32
- Figuroa, V., Ly, J., Maylin, A. y Pérez, A. 1988. A new approach to the interpretation of total and ileal digestibility data of diets based on different types of sugar cane molasses for growing pigs. In: Digestive Physiology in the Pig (L. Buraszewska, S. Buraszewski, B. Pastuszewska y T. Zebrowska, editores). Jablonna, p 313-317
- Gill, G.L. 1978. Change over design: sequences of treatments. Estimation of residual effects of treatments. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Biological Sciences. Iowa State University Press. Ames, 1:179-
- Gill, G.L. y Magee, W.T. 1976. Balanced two period changeover design for several treatments. Journal of Animal Science, 42:775-780
- Green, S., Bertrand, S.L., Durond, M.J.C. y Maillard, R.A. 1987. Digestibility of amino acids in maize, wheat and barley meal, measured in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine. Journal of the Science of Food and Agriculture, 41:29-43
- Harvey, W.R. 1990. Mixed model least squared and maximum likelihood computer program. User's Guide. Iowa State University Press. Columbus, pp 99
- Ly, J. 1984. Ceba de cerdos con mieles de caña. 2. Índices de digestibilidad y tránsito por el tracto gastrointestinal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 18:177-187

Ly, J. 2000. Una reseña corta sobre procesos digestivos en el cerdo Criollo Cubano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34:185-192

Ly, J. y Diéguez, F.J. 1995. Utilización digestiva de dietas de miel B y altos niveles de fibra en cerdos Criollo y CC21. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 3:27-36

Ly, J., Diéguez, F.J., Martínez, R.M. y García, A. 1998. Digestion of a diet very high in fibre in Cuban Creole pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 72:397-402

Macías, M. 2006. Procesos digestivos en el cerdo Criollo Cubano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 13(suplemento 2):46-50

Macías, M., García, J., Domínguez, H., Díaz, C. y Vitón, D. 2006. Efecto de la selección en procesos digestivos hasta el íleon en cerdos Criollo Cubano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 13:56-59

Macías, M., Gonzalvo, S., Martínez, O., Herrera, R., Vitón, D., Martínez, V. y Vítores, N. 2001. Estudio de la composición química de la miel de caña de azúcar tipo B producida en una fábrica de azúcar cubana. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 8(1):39-44

Macías, M., Martínez, O., Domínguez, H., Díaz, C. y Ly, J. 2008. Salida ileal y fecal de cerdos Criollo Cubano alimentados con dietas de mieles enriquecidas de caña de azúcar y afrecho de trigo. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 15:168-171

Marrero, L. y Ly, J. 1976. Efecto de diferentes proporciones de miel rica y miel final en dietas para cerdos en crecimiento. 1. Comportamiento y composición de la canal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 11:37-45

Schneider, B.H. y Flatt, W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press. Athens, pp 423

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

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3593

Wenk, C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90:21-33