

UNA APROXIMACIÓN A LA FISIOLÓGIA DE LA DIGESTIÓN DE CERDOS CRIOLLOS

J. Ly

Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No. 1, Punta Brava. La Habana, Cuba
email: julioly@utafoundation.org

RESUMEN

En comparación con la información que ha ido creciendo sobre aspectos de selección, cruzamiento, rasgos reproductivos y canal, e inclusive etológicos de los cerdos criollos del hemisferio occidental, más bien se conoce poco sobre la habilidad de estos animales para transformar los recursos alimentarios que han estado a su disposición, los que generalmente no son los destinados a la cría intensiva porcina, tal y como se concibe modernamente. Más bien, de lo que generalmente se ha hablado es que los cerdos criollos están adaptados al consumo de alimentos con un valor nutritivo relativamente pobre.

Pudiera decirse a manera de conclusión de la revista hecha al estado del conocimiento hasta este punto de las investigaciones que se han efectuado, que los cerdos criollos, particularmente los latinoamericanos, parecen manifestar una tendencia a incrementar con la edad, cierta ventaja para aumentar su capacidad para digerir la fracción fibrosa de la dieta, y que en general, manifiestan la característica de efectuar una digestión más eficiente de la grasa cruda dietética. Por otra parte, los datos que ya existen sobre el balance de N en cerdos Criollo Cubano y otros latinoamericanos, sugieren que este genotipo no es capaz de retener una fracción de N equivalente a lo que hacen animales exóticos o mejorados, probablemente debido a que su requerimiento proteico es menor, ocasionado todo ello por una velocidad de crecimiento también pequeña y una composición corporal rica en grasa. Todos los resultados experimentales que se han generado hasta el presente, implícitamente subrayan el hecho de que los requerimientos nutricionales para el cerdo, establecidos para los genotipos mejorados por selección u otras técnicas refinadas, no valen en la práctica para los cerdos criollos.

Es posible que la aplicación de la ingeniería genética a los procesos digestivos del cerdo Criollo Cubano, y de otros latinoamericanos, pudiera hacerlo eficiente para digerir dietas tanto convencionales como no convencionales, mediante un incremento en su capacidad digestiva. Queda mucho por hacer en esta dirección, al igual que en de la evaluación eficaz del cerdo criollo teniendo en cuenta su interrelación con el entorno en que ha crecido, y de la sociedad humana que se ha desarrollado en paralelo y con la que han convivido.

Palabras claves: cerdos criollos, digestibilidad, fisiología digestiva, anatomía

Título corto: Fisiología de la digestión en cerdos criollos

AN APPROACH TO PHYSIOLOGY OF DIGESTION IN CREOLE PIGS

If compared to information accumulated about New World's creole pigs concerning aspects of selection, crossing, reproductive traits and even from the point of view of ethology, very few is known about the ability of these animals to transform food resources which are available for them, and that in turn are not generally directed to intensive pig production, in the way it is considered in modern times. It has been rather said that creole pigs are adapted to the intake of feedstuffs which are relatively poor from the point of view of their nutritive value.

It could be said as conclusion that this review, conducted on the state of art in knowledge up to date concerning research done on creole pigs, is that these animals and particularly those from Latin America, appear to show a trend to increase with age certain advantage to augment its capacity to digest dietetic crude fat with more efficiency. On the other hand, available data related to N balance in Cuban and other creole pigs, do suggest that this genotype is not able to retain a fraction of N as high as that occur in exotic or improved animals, possible due to the fact that their requirements of protein is lower, as a consequence of its minor rate of growth. All experimental results on hand, implies the support of the idea that requirements of nutritive principles for pigs, established for improved animals, as carried out by selection or other refined techniques, are with no value for creole pigs.

It is possible that application of genetic engineer to digestive processes of Cuban and other creole pigs, particularly those from Latin America, could render it more efficient to digest those either conventional or non conventional diets, by and increase in its digestive capacity. There remain many things to do in that direction, together with and efficient evaluation of creole pigs and its interrelationship with its milieu where they have grown up, taking into account the human society which has been developed in parallel and where creole pig life has taken place.

Key words: creole pigs, digestibility, digestive physiology, anatomy

Short title: Physiology of digestion in creole pigs

Tabla de contenido

Resumen, 13
Introducción, 14
Anatomía del aparato digestivo, 14
Cerdos criollos y utilización de la fibra, 15
Cerdos criollos y digestión de grasa, 17
Estudios de utilización del N dietético, 17
Digestión microbiana en cerdos criollos, 19
Factores no nutricionales y procesos digestivos en cerdos criollos, 19
Algunas conclusiones, 20
Agradecimientos, 21
Referencias, 21

INTRODUCCION

En comparación con la información que se ha ido acumulando sobre distintos aspectos de selección, cruzamiento, rasgos reproductivos y de la canal, e inclusive etológicos de los cerdos criollos del hemisferio occidental (Buitrago et al 1978; López et al 1999; Rinaldo et al 2003; Lemus y Alonso 2005), y aún de otros locales fuera del Nuevo Mundo, muy poco se conoce sobre la habilidad de estos animales para transformar los recursos alimentarios que han estado a su disposición, los que generalmente no son los destinados a la cría intensiva porcina, tal y como se concibe modernamente. Más bien, de lo que generalmente se ha hablado es que los cerdos criollos están adaptados al consumo de alimentos con un valor nutritivo relativamente pobre (Ly 2000). Sin embargo, todo lo que en definitiva se cuenta, se basa más en la especulación que en datos confiables, desde el Descubrimiento (Zadik 2005).

A continuación se presentará un resumen de lo que se ha trabajado en Cuba y en otros países de América Latina, en el área de la fisiología de la nutrición de cerdos criollos, con énfasis en los datos existentes sobre los procesos digestivos que ocurren en el cerdo Criollo Cubano.

ANATOMIA DEL APARATO DIGESTIVO

Los estudios que se han hecho sobre la nutrición de cerdos locales o criollos se han encaminado a determinar la habilidad que pueden tener estos genotipos para digerir en mayor o menor grado los alimentos fibrosos, los cuales son abundantes y de bajo costo. Este tipo de experimento se ha ejecutado en distintos países latinoamericanos, como México (Robles 1977; Romano et al 1980; Chel et al 1983) y en Cuba (García et al 1996). Esta tendencia se ha apoyado en el hecho de que en condiciones de alimentación extensiva o de traspatio, los cerdos han sido criados generación tras generación, con una gran variedad de forrajes y vegetales ricos en fibra, además de los desperdicios o sobrantes de la alimentación humana.

Existe evidencia experimental de que en el cerdo, el tracto gastrointestinal se hace más pesado y voluminoso cuando ingiere alimentos ricos en fibra (Ly 2008), lo que se considera un reflejo de una mayor actividad bacteriana, característica de la degradación de la pared celular vegetal. Esto parece ser así en cerdos chinos de la raza Meishan (Février et al 1988), en el cerdo salvaje europeo (Van Wieren 2000), pero no en cerdos criollos cubanos (Diéguez et al 1995).

En la tabla 1 se presentan los datos que están relacionados con características morfométricas del tracto gastrointestinal de cerdos criollos cubanos alimentados con altos niveles de fibra en la dieta. Se manifestó el hecho de que en los cerdos Criollo Cubano, disminuyó el peso relativo de todo el tracto digestivo, y así disminuyó el peso relativo del estómago y el intestino delgado con respecto a los cerdos mejorados, mientras que por otra parte, el intestino grueso elevó ligeramente su valor relativo. Estos datos dicen así que cuando se considera la contribución porcentual del intestino grueso de los cerdos criollos, ésta pasó de 41.8 a 48.2%. Esta información permite suponer que aún cuando el peso relativo del canal alimentario desciende en los cerdos criollos, es necesario tener en cuenta el papel desempeñado por el ciego y el colon en este genotipo local, tal como lo señalaron Becerril et al (2008) en cerdos Pelón Mexicano.

Tabla 1. Morfometría de órganos digestivos¹ en cerdos Criollo Cubano

	Cerdos mejorados	Cerdos criollos
Peso relativo g/kg peso corporal		
Estómago	5.9	4.7
Intestino delgado	18.6	14.4
Intestino grueso	17.3	17.8
Todo el tracto	41.8	36.9
Contribución porcentual		
Estómago	14.1	12.7
Intestino delgado	44.5	39.0
Intestino grueso	41.4	48.2
Todo el tracto	100.0	100.0
Longitud relativa, m/kg		
Intestino delgado	0.244	0.249
Intestino grueso	0.065	0.066

¹ Organos frescos, vacíos y limpios

Fuente: Adaptado de Diéguez et al (1995)

A manera de contraste de lo que ocurre con la anatomía de cerdos criollos de Cuba, aquí se presenta información africana que expone un cuadro diametralmente opuesto a lo antes dicho. Así, se ha insistido en que en los cerdos Mukota (ver Nyoni et al 2008), el colon es más largo y con un mayor diámetro que en los cerdos Large White con los que se compararon (Dzikiti y Marowa 1997). Igualmente, Dzikiti y Marowa (1997) hallaron que los cerdos Mukota poseen un intestino delgado bien largo. En este sentido, Ndindana et al

(2002) han señalado que un incremento en la morfometría del intestino grueso está en línea con la interdependencia que propusieron Pond et al (1980, 1988) entre el aumento de la longitud del intestino grueso en cerdos alimentados con dietas altas en fibra, con la digestión de ésta en ese sitio. Sería importante por tanto considerar cuál sería la causa que determina ese protagonismo anatómico del intestino grueso en los cerdos Criollo Cubano.

Los esfuerzos de selección de genotipos inicialmente considerados mejorados, pero en busca de animales más y menos obesos, han revelado diferencias en la morfometría de los órganos digestivos. Estos resultados son particularmente importantes, puesto que se sabe perfectamente que la actividad metabólica del tracto gastrointestinal del cerdo es sumamente importante desde el punto de vista de su contribución al balance energético del animal (Yen et al 1981; Koong et al 1982).

La capacidad digestiva de los cerdos locales en términos de la morfometría de los órganos del tracto gastrointestinal ha sido revisada por Qin et al (1995). En esta reseña escrita en Holanda, pero que es muy informativa de esfuerzos investigativos chinos, se concluyó que hay diferencias genéticas en la habilidad digestiva de los cerdos, pero que ello se manifiesta cuando se comparan razas con grandes contrastes en su material genético, y que desde el punto de

vista de la respuesta del genotipo a los factores antinutricionales, ello quedaría por verse. Qin et al (1995) han resaltado también que las diferencias genéticas entre genotipos porcinos pueden favorecer o no a cierto tipo de animal con respecto a una u otra dieta, y que ello debiera tenerse en cuenta al formular el tipo de alimentación a dar a esos animales en cuestión. Las sugerencias de Qin et al (1995) implícitamente subrayan el hecho de que los requerimientos nutricionales para el cerdo, establecidos para los genotipos mejorados por selección u otras técnicas refinadas, no valen para los cerdos criollos.

CERDOS CRIOLLOS Y UTILIZACION DE FIBRA

Los datos relacionados con la digestión de las distintas fracciones de fibra por parte de los cerdos locales son contradictorios. Así, Zicarelli et al (1979) hallaron que razas de cerdos propias de Italia meridional, eran más eficientes para digerir dietas contentivas de altos niveles de elementos fibrosos que animales Large White de la misma edad. Por otra parte, la respuesta del genotipo al aumentar su edad no fue homogénea con respecto a un incremento en la digestibilidad rectal, aunque en líneas generales, tendió a ser positivo. Un resumen de algunos de los resultados de Zicarelli et al (1979) aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Efecto de edad en la digestibilidad rectal de MS y FDA en cerdos locales del sur de Italia (en por ciento)

	Genotipo			
	Casertana	Calabresa	Cavallina	Large White
6 meses				
MS	64.0	66.7	64.6	62.9
FDA	14.4	26.3	15.3	11.8
9 meses				
MS	65.7	68.3	71.1	66.2
FDA	17.2	24.8	21.3	18.5

Fuente: Adaptado de Zicarelli et al (1969)

Los hallazgos de Zicarelli et al (1979) no pudieron ser confirmados posteriormente por Acciaoli et al (2003) en los cerdos Cinta Senese (tabla 3).

Tabla 3. Digestibilidad rectal en cerdos Cinta Senese (80 kg)

	Cerdos Large White	Cerdos Cinta Senese
Digestibilidad, %		
Materia seca	85.3	82.8
Materia orgánica	87.0	84.8
Fibra cruda	51.4	46.7
Lignina detergente	39.4	29.8
FDA	51.3	43.3
FDN	73.1	68.4
Celulosa	55.1	47.5
Hemicelulosa	81.1	77.5
Azúcares solubles	96.3	95.7
Grasa cruda	92.7	91.5
N	86.3	84.1

Fuente: Acciaoli et al (2003)

En realidad, ni en la digestibilidad de la fibra cruda ni en la de ninguna de las fracciones del esquema de Van Soest, Acciaoli et al (2003) hallaron evidencia de una ventaja en los cerdos locales italianos por ellos estudiados, para digerir mejor la pared celular vegetal. Más bien lo contrario fue la norma. Abundando en estos datos florentinos, se evidenció una ligera, pero bien marcada peor digestibilidad rectal de la grasa cruda y N en ese orden, de los cerdos Cinta Senese en comparación con los Large White.

En otro experimento europeo, Kemp et al (1991) observaron cierta ventaja en cerdos chinos Meishan para digerir la fibra de la ración en comparación con cerdos Landrace holandeses. Estas observaciones no han podido ser confirmadas en algunos de estos tipos de razas locales porcinas, al menos en la etapa de crecimiento. Es así que Aumaitre et al (1992) no hallaron diferencias marcadas en la digestibilidad de distintas fracciones de fibra cuando compararon razas europeas con razas chinas.

En cerdos locales africanos, como los Mukota de Zimbabwe, se encontró que a medida que se incrementaron los niveles de

tusas o mazorcas sin granos de maíz como fuente de fibra en las dietas, los índices digestivos decrecieron con una mayor velocidad en los cerdos Large White que en los Mukota. (tabla 4).

Tabla 4. Digestibilidad rectal e índices fecales en cerdos Mukota

	Cerdos Large White	Cerdos Mukota
Digestibilidad, %		
Materia seca	65.2	69.2
Fibra cruda	54.5	59.4
FDA	29.1	35.6
FDN	47.6	51.6
Nitrógeno	76.2	81.9
Energía	69.1	78.2

Fuente: Ndindana et al (2002)

En un estudio que se hizo en Camboya, Khieu et al (2005) compararon cerdos en crecimiento de los genotipos vietnamitas Mong Cai con otros Landrace x Yorkshire, desde el punto de vista de índices de digestibilidad rectal y de balance de N, cuando se alimentaron con distintas formas de yuca foliar. Khieu et al (2005) informaron que tanto la FDN como la fibra cruda se digirieron evidentemente mejor en los cerdos Mong Cai que en los Landrace x Yorkshire. Desde el ángulo de otros componentes dietéticos, no se halló evidencia de una mejor habilidad digestiva fecal para uno u otro genotipo. Otro aspecto importante que merece ser resaltado, se corresponde con un mejor balance de N en los cerdos Landrace x Yorkshire al ser comparado este índice con el de los animales Mong Cai. Otros estudios camboyanos han revelado que los cerdos Mong Cai pueden digerir mejor la fracción fibrosa del alimento en comparación con cerdos mejorados, y que igualmente el balance de N favorece a los cerdos mejorados, en contraste con lo que ocurre con los Mong Cai. Un resumen del experimento de Ly et al (2003) se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Digestibilidad rectal e índices fecales en cerdos vietnamitas Mong Cai

	Cerdos LW	Cerdos Mong Cai
Digestibilidad, %		
Materia seca	82.2	81.4
Materia orgánica	82.9	83.3
Fibra cruda	40.0	43.5
FDN	50.0	55.0
Nitrógeno	84.6	78.6
Índices fecales		
Materia seca, %	29.3	27.9
pH	7.41	6.74
En mmol/100 g MS		
AGCC	37.1	51.2
NH ₃	30.5	37.7
Salida fecal, por kg MS ingerida		
Material fresco, g	664	669
Agua, g	178	186
Material seco, g	466	483
AGCC, mmol	72.9	94.8
NH ₃ mmol	54.5	70.5

Fuente: Ly et al (2003)

En comparación con animales de otros sitios, los estudios que se han hecho con cerdos locales criollos en América sugieren que no existe una marcada habilidad de este genotipo con respecto a la digestión de la fibra (García et al 1997), al igual que ocurre con el cerdo ibérico (Boza et al 1969). De esta forma, Chel et al (1982) observaron que el cerdo Pelón mexicano fue poco capaz de digerir dietas con harina de alfalfa. Como ilustración, en la tabla 6 se presentan los datos de digestibilidad de MS que hallaron Chel et al (1983) cuando evaluaron la mencionada alfalfa en cerdos Pelón Mexicano.

Tabla 6. Índices digestivos en cerdos Pelón Mexicano alimentados con distintos niveles de alfalfa

	Digestibilidad rectal de MS, %		
	Hasta 20 kg	Hasta 41 kg	11-41 kg
Alfalfa, %			
0	84.9	84.4	84.7
20	83.5	82.5	83.0
40	61.7	63.3	62.5
60	56.9	51.5	54.2

Fuente: Chel et al (1983)

En contraste con la baja eficiencia para digerir fibras mostrada por el cerdo Pelón Mexicano, este genotipo de otra parte de México, Nayarit, es tan eficiente como el mejorado para la digestión de dietas con pulpa fresca de aguacate (Grageola et al 2008), muy rica en ácidos grasos insaturados. En otro estudio en el que se valoró el efecto de la edad, entre 8 y 26 semanas para estudiar índices digestivos en cerdos criollos centroamericanos alimentados con dietas en las que había distintas fuentes de fibra, se encontró la misma tendencia que encontraron Chel et al (1983) con la alfalfa en Yucatán. La poca eficiencia de los cerdos criollos para digerir fibra ha sido encontrado en cerdos jóvenes del genotipo Criollo Cubano (Ly y Diéguez 1995; Ly et al 1991). Sobre lo mismo, en la tabla 7 se listan datos de índices digestivos de cerdos criollos cubanos, en comparación con los cerdos mejorados, que publicaron en su momento Ly y Diéguez (1995).

Tabla 7. Digestibilidad rectal e índices fecales en cerdos Criollo Cubano jóvenes

	Cerdos mejorados	Cerdos criollos
Digestibilidad, %		
Materia seca	88.8	87.3
Cenizas	76.3	74.7
Materia orgánica	90.2	88.1
Fibra cruda	72.7	71.5
Nitrógeno	78.0	75.9
Energía	89.9	88.1
Índices fecales		
Materia seca, %	24.6	23.3
pH	6.66	6.54
En mmol/100g MS		
AGCC	18.17	14.15
NH ₃	29.57	37.15

Fuente: Ly y Diéguez (1995)

Los resultados iniciales que publicaron Ly y Diéguez (1995) han sido confirmados posteriormente por Macías (2006), quien no halló ventajas digestivas en los cerdos criollos de Cuba, aún cuando pesaban 80 kg. Las mediciones hechas en cerdos con este peso implicarían un crecimiento ponderal apropiado del tracto gastrointestinal de los animales. Un resumen de los datos de Macías (2006) aparecen a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Digestibilidad rectal e índices fecales en cerdos Criollo Cubano de mediana edad (80 kg)

	Cerdos mejorados	Cerdos criollos
Digestibilidad, %		
Materia seca	78.9	76.4
Cenizas	80.2	76.9
Materia orgánica	76.2	78.6
Fibra cruda	53.7	57.3
FDN	61.6	58.5
Nitrógeno	81.6	80.3
Índices fecales		
Materia seca, %	28.77	29.72
pH	6.56	6.74
En mmol/100 g MS		
AGCC	29.64	29.97
NH ₃	18.11	15.57
Salida fecal, por kg MS ingerida		
Material fresco, g	780	689
Agua, g	567	636
Material seco, g	213	232
AGCC, mmol	72.0	64.0
NH ₃ , mmol	36.7	39.5

Fuente: Adaptado de Macías (2006)

CERDO CRIOLLO Y DIGESTION DE GRASAS

Una de las características que pudieran llamar la atención en los cerdos nativos de la Península Ibérica lo es la habilidad que tienen estos animales para una digestión muy eficiente de la grasa dietética. De hecho, esto se ha encontrado en varias oportunidades, y así Boza et al (1969) hallaron que los cerdos retintos españoles mostraban una digestibilidad del extracto etéreo más alta que la de cerdos Landrace.

Años más tarde, Freire et al (1997a, 1998) observaron igualmente que los cerdos Alentejanos, portugueses, podían digerir mejor la grasa del alimento que los Large White que utilizaron en sus estudios. Por otra parte, un experimento paralelo en el que determinaron la actividad de distintas enzimas digestivas, reveló una mayor actividad de la lipasa pancreática de los cerdos propios de Portugal que los exóticos (Freire et al 1997a,b,1998).

Con respecto a los cerdos criollos cubanos, pudiera sugerirse que esta habilidad parece manifestarse también, de acuerdo con los resultados obtenidos en un experimento de digestibilidad rectal informado por Ly et al (1999), en el que se evaluaron dietas con un contenido relativamente bajo ó alto de grasa cruda (tabla 9).

Tabla 9. Digestibilidad rectal de la grasa cruda en cerdos Criollo Cubano

	Cerdos mejorados	Cerdos criollos
Digestibilidad, %		
Materia seca	81.2	81.1
Materia orgánica	83.3	83.2
Fibra cruda	42.0	46.9
FDN	70.8	72.8
Grasa cruda ¹	62.4	71.5

¹ Extracción con éter de petróleo acidificado

Fuente: Ly et al (1999, 2000)

Merece destacarse el hecho de que se ha demostrado que en el cerdo la actividad de la lipasa pancreática puede aumentar como consecuencia del incremento en el nivel dietético de grasa (Ozimek et al 1985). Por consiguiente es lógico que una mayor digestibilidad de la grasa ocurra tanto en los cerdos ibéricos de Portugal y España como en sus descendientes en América Latina.

En la Península Ibérica, el régimen de montanera implica la ingestión masiva de frutos de árboles del género Quercus relativamente abundantes en grasa. En América Latina, es común la alimentación de los cerdos criollos con desperdicios y residuos de cocina, también ricos en grasa. En Cuba los frutos de la palma real (*Roystonea regia* B.H.K., Cook), que también son sumamente grasosos, se usan comúnmente en la alimentación porcina de traspatio, en cuyo sistema de producción el cerdo Criollo Cubano ocupa un sitio preponderante. Esto hay que tenerlo muy en cuenta, para una manipulación nutricional eficaz de los cerdos criollos, descendientes de los ibéricos.

ESTUDIOS DE UTILIZACION DEL N DIETETICO

Uno de los aspectos de considerable utilidad práctica que concierne a la nutrición de cerdos locales reside en el hecho de que está vigente la hipótesis de que un menor requerimiento de proteína está en consonancia con una menor velocidad de crecimiento y una diferencia notable en la naturaleza de la composición corporal, propia de estos genotipos. De hecho, existen evidencias claras de que los cerdos magros requieren más proteína dietética que los cerdos grasos (McConell et al 1971, 1972), y ello se ha medido mediante balances de N. Por consiguiente, el balance de N puede revelar este fenómeno. Sin embargo, éste no se ha hecho tan evidente en cerdos locales europeos. A este respecto, un aspecto interesante de los datos de Zicarelli et al (1979) es la retención nitrogenada de los cerdos Large White, que fue de 6.5 a 11.3 g/día entre 6 y 9 meses de edad, mientras que en este período de vida, los tres genotipos italianos locales vieron disminuir su retención de nitrógeno. Esto puede observarse claramente en la tabla 10.

Es posible que en esta información correspondiente al experimento de Zicarelli et al (1979) haya cierta influencia de la velocidad de crecimiento en la utilización del nitrógeno de la dieta, desigual entre razas locales y otras exóticas seleccionadas para expresar una alta ganancia media diaria.

Tabla 10. Efecto de edad en el balance de N en cerdos locales del sur de Italia (en g por día)

	Genotipo			
	Casertana	Calabresa	Cavallina	Large White
6 meses de edad				
Ingestión	39.7	44.6	38.1	35.0
Excretas	12.6	14.5	12.1	11.9
Digestión	27.1	30.1	26.0	23.1
Orina	20.2	21.6	11.6	16.6
Retención	6.8	8.4	11.3	6.5
9 meses de edad				
Ingestión	51.4	59.9	62.1	50.3
Excretas	15.9	18.4	18.2	14.8
Digestión	35.5	41.5	43.9	35.5
Orina	28.8	35.2	34.0	24.1
Retención	6.7	6.2	9.8	11.3

Fuente: Adaptado de Zicarelli et al (1969)

Puesto que los cerdos criollos o locales han sido criados con recursos alimentarios disponibles in situ, de la misma manera que el suministro de fuentes de fibra a estos animales es una práctica muy común, también lo es el de no contar con fuentes proteicas estables o de buena calidad. Como ilustración, Nguyen et al (1997) hallaron que en el Vietnam central, los cerdos eran habitualmente alimentados con recursos locales, entre los cuales eran abundantes los ricos en energía, tales como afrecho de arroz, arroz partido y raíces de yuca (*Manihot esculenta*). Sin embargo, el suministro diario de proteína era de cerca de 100 g (Nx6.25) por animal. Como resultado de esta realidad, el crecimiento de los cerdos criollos posiblemente no ha estado gobernado por la disponibilidad de energía, de la cual las fuentes de fibra serían un constituyente más o menos importante, sino por la disponibilidad de proteínas. Y en este sentido, pudiera ser manifiesta una adaptación metabólica de los cerdos criollos al consumo de bajos niveles de proteína, de forma tal que ante dietas muy abundantes en proteína, serían incapaces de utilizar ésta eficientemente. Una manifestación de lo anterior lo sería su lento crecimiento.

De hecho, Cabello (1969) halló en México que, mientras el cerdo Pelón Mexicano alcanzaba un peso vivo de 49 kg a los seis meses, los cerdos Hampshire y los Yorkshire x Duroc pesaron 72 y 66 kg con esa misma edad. Buitrago et al (1978) compararon cerdos Zungo con el Duroc y observaron un menor crecimiento y una eficiencia alimentaria pobre en los cerdos locales de Colombia, al parecer motivado por un menor consumo de alimento. Recientemente García et al (1996) demostraron que los cerdos criollos cubanos expresaron una ganancia diaria de 384 g y una eficiencia alimentaria de 6.11 kg MS/kg de ganancia, en comparación con la de cerdos mejorados exóticos (494 g/día y 5.19 kg MS/kg ganancia) cuando ambos grupos de animales se alimentaron con dietas isoproteicas y de una densidad energética realmente baja.

Al parecer, los de Gómez Brenes et al (1976) y Jarquin et al (1976) son los primeros informes en los que se sugirió que en América Latina los cerdos criollos tienen un menor requerimiento de proteína. Estos investigadores encontraron que el nivel dietético de proteína puede estar alrededor del 10% para el cerdo criollo centroamericano. A esta conclusión se llegó a partir de experimentos en los que se observaron los rasgos de comportamiento y el perfil sanguíneo de metabolitos

de animales alimentados con dietas con niveles variables de proteína (ver también Gómez Brenes et al 1974; Jarquin et al 1977, 1989). Se puede asumir fácilmente que en cualquier sistema de producción porcina, al costo de alimentación y la eficiencia con que se efectúa esta, dependerá en gran medida del aporte proteico de la ración.

De acuerdo con las observaciones hechas en cerdos chinos, éstos manifiestan una tendencia hacia una menor retención de nitrógeno, en experimentos diseñados para medir las consecuencias de variar el nivel de la fracción fibrosa, en el aprovechamiento del nitrógeno de la ración. Así, los resultados del balance de nitrógeno en cerdos Meishan comparados con Large White europeos van desde una disminución muy ligera en la retención diaria del nitrógeno (Kemp et al 1991), hasta otra muy marcada (Février et al 1990). En otro experimento con cerdos de origen chino, Guohai (1990) encontró la misma tendencia si se contrastan los datos de retención de nitrógeno de cerdos Jiaxing con la de cerdos Jiaxing x Landrace. Por otra parte, Du et al (1997) observaron una retención muy baja de nitrógeno en cerdos vietnamitas Mong Cai alimentados con diferentes fuentes foliares de proteína. Esta característica de los cerdos vietnamitas arriba mencionados ya fue confirmada en otras ocasiones (Chiev Phiny et al 2002; Ly et al 2003; Khieu et al 2005). Como ilustración se exponen aquí datos relativos al balance de nitrógeno en estos cerdos vietnamitas (tabla 11).

Tabla 11. Balance de N en cerdos jóvenes Mong Cai (20 kg)

	Cerdos	Cerdos
	LW	Mong Cai
Balance, g/día		
Consumo	14.50	14.63
Salida		
En excreta	2.24	3.23
En orina	4.44	4.69
Total	6.62	7.92
Digestión	12.26	11.40
Retención	6.71	7.87
Digestibilidad, %	81.7	81.9
Retención:consumo, %	54.3	45.9
Retención:digestión, %	63.3	58.9

Fuente: Ly et al (2003)

No existe mucha evidencia experimental sobre el balance de nitrógeno en cerdos criollos de América, pues tanto en estudios cubanos (Ly y Diéguez 1995, Ly et al 1997) como en otros mexicanos como el de Trejo (2005), los experimentos se han inclinado más bien hacia el establecimiento de índices digestivos. No obstante, en Minas Gerais, Teixeira et al (1995) hallaron que la retención de nitrógeno fue considerablemente menor en cerdos Piau que en otra mejoradas, Landrace x Large White. En línea con este experimento brasileño, se ha hallado poco después en Cuba una tendencia similar, esta vez al comparar el balance de nitrógeno de cerdos criollos cubanos con el de otros mejorados provenientes de la línea sintética CC21. Esto puede verse en la tabla 12.

Tabla 12. Balance de N en cerdos Criollo Cubano

	Cerdos mejorados	Cerdos criollos
Balance, g/día		
Consumo	40.59	40.10
Salida		
En excreta	7.45	7.28
En orina	9.52	10.83
Total	16.97	18.11
Digestión	33.14	32.82
Retención	23.62	21.99
Digestibilidad, %	81.7	81.9
Retención:consumo, %	58.2	54.8
Retención:digestión, %	71.3	67.0

Fuente: Ly et al (1999)

En un experimento informado por Alvarez et al (2007), se investigó el efecto de la fuente proteica, del clima y del genotipo en el aprovechamiento digestivo de la proteína dietética de cerdos Pelón Mexicano. En este informe, Alvarez et al (2007) hallaron que desde el punto de vista de la fuente proteica, pareció existir una mayor digestibilidad ileal del N en un frijol, la mucuna (*Mucuna pruriens*), pero no en la soya ni en la vigna (*Vigna unguiculata*). En estos resultados no aparecen los correspondientes a la digestibilidad rectal, ni de otros nutrientes, y por lo tanto, no sería posible apreciar cuál sería la participación del intestino grueso en la digestión total del nitrógeno, así como el aprovechamiento de otros principios nutritivos de la dieta. Los datos de Alvarez et al (2007) aparecen en la tabla 13.

Tabla 13. Fuente de N y digestibilidad ileal en cerdos criollos mexicanos y otros mejorados

	Cerdos	
	PIC	Criollos
n	3	3
Digestibilidad del N, %		
Soya	71.3	72.1
Mucuna ¹	56.8	68.3
Vigna ¹	54.0	52.9

¹ Mucuna y vigna expresan frijoles de *Mucuna pruriens* y *Vigna unguiculata* respectivamente
Fuente: Alvarez et al (2007)

Evidentemente, hay mucho por hacer en los estudios de digestibilidad ileal en cerdos criollos.

DIGESTION MICROBIANA EN CERDOS CRIOLLOS

Se ha hecho poco cuando se trata de la digestión microbiana en cerdos criollos. En Cuba, los experimentos en los que se ha medido el status quo de metabolitos bacterianos presentes en muestras rectales de cerdos criollos, generalmente se ha hallado que la concentración fecal de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y amoníaco es menor y mayor, respectivamente que la de estos mismos metabolitos en excretas de cerdos mejorados (Ly y Diéguez 1995; Macías 2006). En un estudio de digestión microbiana, Freire et al (2003) observaron que una alta capacidad de los cerdos Alentejanos para digerir pared celular vegetal, de compararse con cerdos Duroc x LD, estaría relacionada con una mayor adaptación de enzimas cecales como la xilanasas y la celulasa de la microflora cecal. Esto fue asociado con una alta digestibilidad rectal de la FDN y la FDA.

Varel et al (1992) han sugerido que existe cierta influencia de la fracción fibrosa del alimento, que hace distinto el status de la microflora intestinal de cerdos obesos y magros. Esto está por examinarse en cerdos criollos.

FACTORES NO NUTRICIONALES Y PROCESOS DIGESTIVOS EN CERDOS CRIOLLOS

Se ha examinado si el proceso de selección en cerdos criollos, como los cubanos procedentes de un rebaño ad hoc, pudiera tener alguna influencia en índices de digestibilidad, en contraste con animales criados en el sitio original de donde fueron exportados la mayoría de los animales que poblaron el centro genético creado para este genotipo (Macías 2006). En este experimento no se encontró evidencia consistente en el sentido de que ambas poblaciones de cerdos pudieran diferenciarse por su evolución por selección convencional en un tiempo de aproximadamente diez años.

Varios son los factores no nutricionales que se han examinado como posibles factores determinantes en el aprovechamiento digestivo de la dieta en cerdos criollos. Entre ellos están el efecto del sexo, el de la edad o peso corporal, el del sitio de medición de la digestibilidad, en el tracto gastrointestinal, y aún otros como la temperatura. En lo que sigue, se hará una revisión de la situación en que están estos factores y en cómo influyen en la capacidad de digestión de los cerdos criollos. El cerdo Criollo Cubano puede aumentar el aprovechamiento digestivo de dietas convencionales a medida que aumenta su edad, pero no hay influencia de sexo en ello, si se tiene en cuenta lo que se sabe hasta la fecha, tal como aparece reflejado en la tabla 14.

Estos resultados no apoyan realmente los de Chel et al (1983), quienes estudiaron el efecto de la edad (entre 11 y 41 kg de peso corporal) en la digestibilidad de cerdos pelones mexicanos. Esta aparente contradicción tal vez pudiera explicarse porque la influencia de la edad podría no manifestarse marcadamente en los primeros estadios de la vida de este genotipo. De hecho, no existen muchas cifras que puedan explicar cuantitativamente, qué es más influyente, si el peso o si la edad, en la evaluación del valor nutritivo de distintos alimentos en los cerdos criollos, ni cubanos ni de otros lugares de la América Latina.

Tabla 14. Influencia del sexo en cerdos Criollo Cubano alimentados ad libitum con una dieta convencional

	Sexo	
	Hembras	Machos
Digestibilidad, %		
Materia seca	78.0	79.9
Materia orgánica	82.2	83.5
Fibra cruda	47.6	51.2
Fibra, neutro detergente	64.5	69.0
Nitrógeno	71.5	75.0
Índices fecales		
MS fecal, %	28.2	27.7
pH	6.48	7.01
AGCC, mmol/100 g MS	25.05	23.41

Fuente: Adaptado de Domínguez et al (2001)

Desde el punto de vista del peso corporal, se ha encontrado, como en otros genotipos del ganado porcino, que en el cerdo Criollo Cubano, la digestibilidad rectal de distintos principios nutritivos se incrementa con la edad o peso corporal (tabla 15). Este detalle es particularmente importante desde el punto de vista del aprovechamiento de la fracción fibrosa de los alimentos suministrados a los cerdos criollos.

Tabla 15. Influencia del peso corporal en cerdos Criollo Cubano alimentados ad libitum con una dieta convencional

	Peso, kg	
	40	70
Digestibilidad, %		
Materia seca	73.8	84.1
Materia orgánica	78.9	86.7
Fibra cruda	39.4	59.5
FDN	62.8	70.8
Nitrógeno	68.0	78.5
Índices fecales		
MS fecal, %	28.4	27.5
pH	6.63	6.85
AGCC, mmol/100 g MS	26.41	21.96

Fuente: Macías (2006)

Desde el punto de vista del sitio de medida de la digestibilidad, se han presentado algunos informes relativos a la comparación entre la digestibilidad ileal y rectal en cerdos criollos. No obstante, este aspecto de los procesos digestivos en estos genotipos, no es ni preciso ni exacto. Tranthi (2007) informó el resultado de medir la digestibilidad ileal y rectal en cerditos vietnamitas del tipo Mong Cai, en comparación con otros Large White (tabla 16). El procedimiento para determinar la digestibilidad ileal fue por obtención de muestras de digesta del final del intestino delgado, en cerditos sacrificados sumamente jóvenes, de unos 60 días, y cálculo de la digestibilidad mediante el uso de un marcador externo.

Tranthi (2007) encontró que los cerditos Mong Cai digerían más fibra cruda que los Landrace x Yorkshire, pero esta información pudiera estar influenciada porque la digestibilidad prececal de la fibra cruda fue notablemente alta en ambos genotipos, lo cual sería necesario reconsiderar debido a la edad de los animales y el método de muestreo, aunque Freire et al (2003) han asegurado que en cerditos de menos de 70

días, existen distinciones entre genotipos, cuando se habla de digestión de fracciones fibrosas, si se miden en el recto.

En cuanto al experimento de Tranthi (2007), se informó que el peso inicial a los 30 días en sus animales fue de 4.6 y 7.6 kg para los cerditos Mong Cai y Landrace x Yorkshire, respectivamente.

Tabla 16. Digestibilidad ileal y rectal en cerditos vietnamitas de 60 días

	Cerditos	
	LxY	Mong Cai
n	8	8
Digestibilidad rectal, %		
Materia seca	83.1	86.9
Fibra cruda	49.1	55.1
Grasa cruda	59.8	64.9
Nitrógeno	80.1	82.7
Digestibilidad ileal, %		
Materia seca	74.3	75.8
Fibra cruda	17.0	17.8
Grasa cruda	52.9	53.7
Nitrógeno	74.5	74.7
Intestino grueso		
Diferencia entre recto e íleon		
Materia seca	8.8	11.1
Fibra cruda	32.1	37.3
Grasa cruda	6.9	11.2
Nitrógeno	5.6	8.0
Intestino grueso, % del total digerido		
Materia seca	10.6	12.8
Fibra cruda	63.4	67.7
Grasa cruda	11.5	17.3
Nitrógeno	7.0	9.7

Fuente: Adaptado de Tranthi (2007)

No existen muchos trabajos en los que se haya evaluado el efecto de la temperatura ambiental en índices digestivos y en particular el balance de nitrógeno en cerdos criollos. A ese respecto, Christon (1988) ha sugerido que en razas mejoradas de cerdos la elevación de la temperatura ambiental por encima de la zona de termoneutralidad no influye en la digestibilidad del nitrógeno pero sí hace decrecer la retención del mismo. Valdría la pena estudiar si existe influencia ambiental en el balance de nitrógeno de los cerdos criollos, que viven en un clima tropical. En el plano de la temperatura ambiental, con características propias del trópico, se requiere de mucha información como la que el grupo de Guadeloupe ha comenzado a emitir (Renaudeau et al 2007).

ALGUNAS CONCLUSIONES

Pudiera decirse a manera de conclusión de la revista hecha al estado del conocimiento hasta este punto de las investigaciones que se han hecho, que los cerdos criollos, particularmente los latinoamericanos y cubanos, no parecen manifestar una tendencia a incrementar con la edad cierta ventaja para aumentar su capacidad para digerir la fracción fibrosa de la dieta, y que en general, manifiestan la característica de efectuar una digestión más eficiente de la grasa cruda dietética que los genotipos porcinos mejorados. Por otra parte, los datos con que se cuentan sobre el balance de nitrógeno en los cerdos Criollo Cubano y en otros

latinoamericanos, sugieren que este genotipo no es capaz de retener una fracción de nitrógeno equivalente a lo que hacen animales exóticos o mejorados, probablemente debido a que su requerimiento proteico es menor, tal vez causado por una velocidad de crecimiento también menor.

Es posible que la aplicación de la ingeniería genética a los procesos digestivos del cerdo Criollo Cubano, y de otros latinoamericanos, pudiera hacerlo eficiente para digerir dietas tanto convencionales como no convencionales, mediante un incremento en su capacidad digestiva. Queda mucho por hacer en esta dirección, al igual que en la de la evaluación eficaz del cerdo criollo teniendo en cuenta su interrelación con el entorno en que ha crecido, y de la sociedad humana que se ha desarrollado en paralelo y con la que han convivido.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce con gratitud las facilidades brindadas por las autoridades académicas de la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, particularmente al Dr. Clemente Lemus, en la búsqueda de materiales necesarios para la preparación de la presente revisión. Muchos colegas atendieron consultas y proporcionaron generosamente copias de sus publicaciones para hacer asequible toda la información necesaria para ser incluida en este artículo de reseña, y entre ellos, se agradece la ayuda de los doctores Dominique Rinaldo, Claude Février, Brian Ogle, Michael Chinmoyo, Wilbert Trejo, y el desaparecido amigo, el Dr. J.T. Yen. Igualmente el autor reconoce la asistencia de la Ing. Rosa María Martínez, en la preparación digital del borrador de este manuscrito.

REFERENCIAS

Acciaioli, A., Panaccioli, L., Campodoni, G., Bozzi, R., Pugliese, C. y Franci, O. 2003. Total apparent digestibility and nitrogen balance in Cinta Senese pigs: utilization of field bean (*Vicia faba*). *Italian Journal of Animal Science*, 2:107-114

Alvarez, A., Sarmiento, L., Vázquez, G., Gutiérrez, E., Santos, R., Heredia, F. y Segura, J. 2007. Efecto de la época climática y del genotipo sobre la digestibilidad ileal aparente de la proteína en cerdos. *Agrociencia*, volumen especial:7-13

Aumaitre, A., Peiniau, J. y Février, C. 1992. Digestive peculiarities of the Chinese pig. Physiological and nutritional consequences of dietary non starch polysaccharides. In: *Chinese Pig Breeds* (Chen Rusheng, editor). Northeast Forestry University Press. Harbin, p 247-250

Becerril, M., Lemus, C., Herrera, J.G., Huerta, M., Alonso, M.L., Ramírez, R., Mota, D. y Ly, J. 2008. Studies on growth of Pelón Mexicano pigs. Effect of rearing conditions on carcass traits and meat quality. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6): versión electrónica disponible in <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6.bece186.html>

Boza, J., Fonollá, J. y Varela, G. 1969. Estudio comparativo de la digestibilidad y valor nutritivo del sorgo en cerdos Retintos y Landrace. *Revista de Nutrición Animal* (Madrid), 7:111-120

Buitrago, J., Maner, J.H., Gómez, G.C. y Trujillo, D.D. 1978. Razas Criollas. In: *Producción Porcina. Memorias del Tercer*

Curso de Posgrado. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, p 13-17

Cabello, F.F. 1969. Comportamiento en el trópico de cerdos de raza pura, híbridos y pelón mexicano en base a ganancia de peso y consumo de alimento durante el crecimiento. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, pp 55

Chel, L., Aguilar, A. y Castellanos, A. 1983. Utilización digestiva de la alfalfa por el cerdo pelón mexicano. *Técnica Pecuaria en México*, 44:27-34

Chiev Phiny, Preston, T.R. y Ly, J. 2002. Mulberry leaves as protein source for young pigs fed rice based diets. *Digestibility studies. Livestock Research for Rural Development*, 15(1): versión electrónica disponible in: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/1/phyny151.html>

Christon, R. 1988. The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. *Journal of Animal Science*, 66:3113-3123

Diéguez, F.J., Ly, J., Maza, I., Savigni, F. y Tosar, M. 1995. Morfometría de los órganos vitales en cerdos criollos y CC21. *Livestock Research for Rural Development*, 6(3): versión electrónica disponible in <http://www.cipav.org.co/lrrd/6/3/die.html>

Domínguez, H., García, T., Macías, M., Carón, M. y Ly, J. 2001. Una nota sobre el efecto del sexo en la digestibilidad de cerditos Criollo cubanos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 8(3):20-29

Du, T.H., Nguyen, V.L., Rodríguez, L. y Ly, J. 1997. Nitrogen digestion and metabolism in Mong Cai pig fed sugar cane juice and different foliages as sources of protein. *Livestock Research for Rural Development*, 9(2):45-49

Dzikiti, T.B. y Marowas, H.Z. 1997. An investigation of the alimentary canal of the Zimbabwean indigenous pig (Mukota). Tesis BSci. University of Zimbabwe. Harare, pp

Février, C., Bourdon, D., Aumaitre, A., Peiniau, J., Lebreton, Y. y Blanchard, A. 1988. Digestive capacity of the Chinese pig: effects of dietary fibre on digestibility and intestinal and pancreatic enzymes. In: *Proceedings of the IV International Seminar on Digestive Physiology in the Pig* (S. Buraszewski, L. Buraszewska, T. Zebrowska y B. Pastuszewska, editores) Jablonna, p 172-179

Février, C., Bourdon, D. y Aumaitre, A. 1990. Effects of level and source of dietary fibre on digestive reutilization of the diet and growth performance in Large White and Meishan pig. In: *Chinese Pig Symposium* (M. Molenat y C. Legault, editores). Toulouse, p 233-238

Freire, J.P.B., Díaz, R.I.M., Cunha, L.F. y Aumaitre, A. 2003. The effect of genotype and dietary fibre level on the caecal bacterial enzyme activity of young piglets, digestive consequences. *Animal Feed Science and Technology*, 106:119-130

Freire, J.P.B., Peiniau, J., Cunha, L.F., Almeida, J.A.A. y Aumaitre, A. 1997a. A comparative study on the digestive performance and the activity of digestive enzymes in

- Alentejano and Large White piglets. In: Proceedings of the IV International Seminar on Digestive Physiology in the Pig (J.P. Laplace, C. Février y A. Barbou, editores) Saint Malo, p 140-143
- Freire, J.P.B., Peinau, J., Cunha, L.F., Almeida, J.A.A. y Aumaitre, A. 1997b. A comparative effect of pea hulls and fat sources in the digestive performance and the activity of pancreatic and intestinal enzymes in Large White and Alentejano piglets. In: Proceedings of the IV International Seminar on Digestive Physiology in the Pig (J.P. Laplace, C. Février y A. Barbou, editores). Saint Malo, p 140-143
- Freire, J.P.B., Peinau, J., Cunha, N.F., Almeida, J.A.A. y Aumaitre, A. 1998. Comparative effects of dietary fat and fibre in Alentejano and Large White piglets: digestibility, digestive enzymes and metabolic data. *Livestock Production Science*, 53:37-47
- García, A., Diéguez, F.J. y Ly, J. 1997. Uso de altos niveles de residuos foliares de plátano en cerdos criollos y CC21. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 4(1):46-52
- Gómez Brenes, R.A., Jarquin, R., Acevedo, C.E., González, J.M. y Bressani, R. 1976. Estudio sobre necesidades nutricionales del cerdo criollo. Proteínas. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 11:116
- Gómez Brenes, R.A., Jarquin, R., González, J.M. y Bressani, R. 1974. Comparación del cerdo criollo y Duroc Jersey en cuanto a crecimiento y utilización del alimento. *Turrialba*, 24:29-34
- Grageola, F., Sanginés, Lemus, C. y Ly, J. 2008. Salida fecal y digestibilidad de materia seca en cerdos Pelón Mexicano nayaritas alimentados con dietas de pulpa fresca de aguacate (*Persea americana* Mill.). *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 15:
- Jarquin, R., Berducido, L., Gómez Brenes, R.A. y Bressani, R. 1976. Niveles de proteína y de pulpa de café adecuados para el cerdo criollo. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 11:118
- Jarquin, R. y Bressani, R. 1990. Digestibilidad de raciones altas en fibra por el cerdo criollo. *Agronomía Mesoamericana*, 1:27-29
- Jarquin, R., Gómez Brenes, R.A., Berducido, L. y Bressani, R. 1977. Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos. *Turrialba*, 27:179-185
- Jarquin, R., Sosa, J.I., Olivares, M., Ventura, A. y Bressani, R. 1989. Influencia del nivel de proteína y plano nutricional sobre el crecimiento y conversión alimenticia del cerdo criollo. *Turrialba*, 39:25-33
- Kemp, B., Den Hartog, A., Klok, J.J. y Zandstra, T. 1991. The digestibility of nutrients, energy and nitrogen in the Meishan and Dutch Landrace pig. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 65:263-266
- Khieu, B., Lindberg, J.E. y Ogle, R.B. 2005. Effect of variety and preservation method of cassava leaves on diet digestibility by indigenous and improved pigs. *Animal Science*, 80:319-324
- Koong, L.J., Nienaber, J.A., Pekas, J.C. y Yen, J.T. 1982. Effect of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in pigs. *Journal of Nutrition*, 112:1638-1643
- López, J.L., Salinas, G. y Martínez, R. 1999. El Cerdo Pelón Mexicano. Antecedentes y Perspectivas. *Ciencia y Cultura Latinoamericana*. Distrito Federal de México, pp 78
- Lemus, C. y Alonso, M.L. 2005. El Cerdo Pelón Mexicano y otros Cerdos Criollos. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 251
- Ly, J. 2000. Una reseña corta sobre procesos digestivos en el cerdo Criollo Cubano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34:185-192
- Ly, J. 2008. Fisiología Digestiva del Cerdo (J. Ly y C. Lemus, editores). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 136
- Ly, J., Chhay Ty y Pok Samkol. 2003. N balance studies in young Mong Cai and Large White pigs fed high fibre diets based on wheat bran. *Livestock Research for Rural Development*, 15(1): versión electrónica disponible in <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/1/ly.html>
- Ly, J. y Diéguez F.J. 1995. Utilización digestiva de dietas de miel B y altos niveles de fibra en cerdos criollos y CC21. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 3:27-36
- Ly, J., Diéguez, F.J., Martínez, R.M. y García, A. 1988. Digestion of a diet very high in fibre in Cuban Creole pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 72:397-402
- Ly, J., Macías, M., Santana, I. y García, A. 1999. Determinación del valor nutritivo de harinas de palmiche en cerdos cubanos. In: V Encuentro Regional sobre Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Universidad Central de Venezuela. Maracay, p 13-14
- Ly, J., Santana, I. y Macías, M. 2000. Estudios de digestibilidad del palmiche en el cerdo Criollo Cubano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 34:327-225
- Macías, M. 2006. Procesos digestivos en el cerdo Criollo Cubano. Tesis DrCVet. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, pp 104
- McConnell, J.C., Barth, K.M. y Griffin, S.A. 1971. Nutrient digestibility and nitrogen metabolism studies at different stages of growth with fat and lean type swine fed two levels of protein. *Journal of Animal Science*, 32:654-657
- McConnell, J.C., Barth, K.M. y Griffin, S.A. 1972. Nitrogen metabolism at three stages of development and its relationship to measurements of carcass composition in fat and lean swine. *Journal of Animal Science*, 35:556-560
- Nguyen, T.L., Preston, T.R. y Ogle, B. 1997. Protein supplementation of traditional diets for crossbreed pigs under village conditions in Central Vietnam. *Livestock Research for Rural Development*, 9(2):8-11
- Ndindana, W., Dzama, K., Ndiweni, P.N.B., Maswaure, S.M. y Chinmoyo, M. 2002. Digestibility of high fibre diets and performance of growing Zimbabwean indigenous Mukota pigs and exotic Large White pigs fed maize based diets with graded

levels of maize cobs. *Animal Feed Science and Technology*, 97:199-208

Nyoni, A., Chinmoyo, M. y Dzama, K. 2008. Valoración socio-económica y atributos indígenas de cerdos indígenas en extinción de Zimbabwe. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 15:24-27

Ozimek, L., Sauer, W.C. y Ozimek, G. 1985. The response and activity of pancreatic enzymes to the quality and quantity of fat. In: III International Seminar on Digestive Physiology in the Pig (A. Just, H. Jørgensen y J.A. Fernández, editores). Beretning fra Statens Husdyrbregsforsøg. Kobenhavn, p 146-148

Pond, W.G., Yen, J.T., Lindvall, R.N. y Hill, D. 1980. Dietary alfalfa meal for genetically obese and lean growing pig: effect on body weight gain and on carcass and gastrointestinal tract measurements and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 51:367-368

Pond, W.G., Jung, H.G. y Varel, V.H. 1988. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. *Journal of Animal Science*, 66:699-706

Qin, G.X., Verstegen, M.W.A. y Bosch, M.W. 1995. Variation of digestive capacity between genetically different pig populations: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 73:233-242

Renaudeau, D., Huc, E. y Noblet, J. 2007. Acclimatation to high temperature in Large White and Caribbean Creole growing pigs. *Journal of Animal Science*, 85:779-790

Rinaldo, D., Canope, I., Christon, R., Rico, C., Ly, J. y Diéguez, F. 2003. Creole pigs in Guadeloupe and Cuba: a comparison of reproduction, growth performance and meat quality in relation to dietary and environmental conditions. *Pig News and Information*, 24:17N-26N

Robles, A. 1977. Alimentación de cerdos en base a subproductos tropicales. In: XIV Reunión Anual. Sección Trópico. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Jalapa, p 84-88

Romano, J.L., Gómez, R., Robles, A. y Martínez, L. 1980. Establecimiento de una piara pelón mexicana. *Producción Animal Tropical*, 5(3):326

Teixeira, E.W., Barbosa, A.S., Veloso, J.A.F. y Ferreira, W.M. 1995. Valor nutritivo do milho BR-451 e do milho comum para leitões da raza Piau e mestiços Landrace e Large White en crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 47:571-582

Tranhti B.N. 2007. Ileal and total tract digestibility and performance in local (Mong Cai) and exotic (Landrace x Yorkshire) piglets fed fibrous diets with or without enzyme supplementation. MSci. Thesis. Swedish University of Agricultural Science. Uppsala, pp 63

Trejo, W. 2005. Strategies to improve the use of limited nutrient resources in pig production in the tropics. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 85:1-108

Van Wieren, S.E. 2000. Digestibility and voluntary intake or roughages by wild boar and Meishan pigs. *Animal Science*, 71:149-156

Varel, V.H., Pond, W.G., Pekas, J.C. y Yen, J.T. 1982. Influence of high fiber on bacterial proliferations in gastrointestinal tract of obese and lean genotype pigs. *Journal of Animal Science*, 65:488-490

Yen, J.T., Lindvall, K.N. y Hill, D.A. 1981. Dietary alfalfa meal, for genetically obese and lean growing pigs: effect on body weight gain and on carcass and gastrointestinal tract measurements and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 51:367-373

Zadik, B.J. 2005. The Iberian pig in Spain and the Americas at the time of Columbus. Thesis MArts. University of California. Bekerley, pp 96

Zicarelli, L., Picolo, V., Nizza, A., Intrieri, F. y Perrucci, G. 1979. Indagini sui coefficienti de digestibilità aparente in alcuni popolazioni prelatamente alimentate con solto prodotti agricole-industriali diffriise del mezzogiorno. *Zootecnia e Nutrizione Animale*, 5:103-109