

CANULACIÓN DE CERDOS POSDESTETE PARA PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD ILEAL: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA^a

Tércia Cesária Reis de Souza^b
Benito Mar Botello^c
Gerardo Mariscal Landín^d

RESUMEN

Reis de Souza TC, Mar BB, Mariscal LG. *Téc Pecu Méx* 2000;38(2)143-150. En la especie porcina, los nuevos criterios de alimentación basados en el concepto de "proteína ideal en base digestible" exigen un mayor conocimiento de la calidad nutritiva de las materias primas utilizadas, ya que las dietas están formuladas para proporcionar una determinada cantidad de aminoácidos, procurando conservar esa relación a nivel digestible. Para alcanzar este objetivo es necesario conocer el coeficiente de digestibilidad ileal de los aminoácidos; la mayoría de este tipo de estudios han sido realizados con cerdos en crecimiento, sin embargo, se reconoce que los lechones al destete no han alcanzado la madurez fisiológica en su aparato digestivo, lo que sugiere que su capacidad de digestión es menor que en los cerdos adultos. Por lo que en esta nota se presenta una técnica para fijar una cánula simple en "T" a nivel ileal en cerdos en crecimiento y en lechones de 21 días de edad. Esta técnica permite efectuar mediciones de digestibilidad ileal en lechones de 28 y 35 días de edad (primera y segunda semana posdestete), así como en cerdos en crecimiento de alrededor de 40 kg de peso vivo.

PALABRAS CLAVE: Digestibilidad ileal, Canulación ileal, Lechones al destete, Cerdos en crecimiento.

El proceso de formulación de raciones para cerdos ha sufrido una evolución significativa en las últimas décadas, pasando de un proceso sencillo que buscaba cubrir los requerimientos nutritivos de proteína cruda y energía digestible, a un aporte de proteína (nitrógeno) y de aminoácidos esenciales.

En 1981, debido a un mejor conocimiento del metabolismo proteico y a la aparición en el mercado de los aminoácidos cristalinos (L-Lisina HCl, DL-Metionina, L-Treonina, L-Triptófano), el "Agricultural Research Council"⁽¹⁾ postuló el concepto de "proteína ideal". Este modelo propone una relación constante de los aminoácidos esenciales con respecto a la lisina dietética y de ésta con respecto al contenido de proteína en la dieta. En 1990⁽²⁾, propusieron el concepto de "proteína ideal digestible", debido a la alta digestibilidad de los ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas experimentales (caseína y aminoácidos cristalinos).

^a Recibido el 3 de mayo de 2000 y aceptado para su publicación el 9 de agosto de 2000.

^b Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

^c Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 115.

^d CENID Fisiología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Ajuchitlán-Colón Km. 1, 76280 Colón, Querétaro. Teléfono (429) 2-00-36, Fax (429) 2-00-33. Correspondencia y solicitud de separatas.

Actualmente el uso de los coeficientes de digestibilidad ileal es recomendado en substitución de aquéllos obtenidos a nivel fecal, pues la flora microbiana del intestino grueso utiliza en su metabolismo los aminoácidos de la digesta, ocasionando un cambio en su perfil; hecho que ha sido corroborado por algunos autores^(3,4), quienes mencionan que en las heces, más del 50% del nitrógeno es de origen bacteriano, es decir, en el tracto digestivo posterior, hay una síntesis o una degradación neta de aminoácidos⁽⁵⁾, cuyos productos NH_3 y aminas son absorbidos, y excretados vía urinaria⁽⁶⁾. Consecuentemente la digestibilidad ileal está mejor correlacionada con la deposición de proteína corporal que la digestibilidad fecal^(7,8).

En la vida del cerdo, el destete provoca modificaciones importantes en su alimentación por el cambio de la leche, como la principal fuente de nutrimentos, a una dieta sólida⁽⁹⁾, lo que caracteriza al periodo posdestete, desde un punto de vista nutricional, como un período crítico, ya que el cambio abrupto de dieta es normalmente acompañado de un menor consumo de alimento, de una mayor susceptibilidad a las enfermedades digestivas y un menor crecimiento⁽¹⁰⁾, sobre todo cuando los ingredientes utilizados en las raciones de iniciación no son los más apropiados debido a sus características fisicoquímicas. La habilidad del lechón recién destetado para sobreponerse a esta fase crítica y asimilar los nutrimentos provenientes de una dieta sólida, está comprometida con la capacidad para secretar una cantidad suficiente de enzimas digestivas⁽¹¹⁾ y con la calidad nutritiva del alimento ofrecido⁽¹²⁾.

El cerdo en crecimiento-finalización es el animal que ha sido utilizado como modelo para desarrollar los programas modernos de alimentación⁽¹³⁾, y en la determinación de los valores de energía digestible y metabolizable^(14,15), así como en la determinación de los coeficientes de digestibilidad ileal de la proteína y aminoácidos^(16,17,18,19 y 20) y grasa⁽²¹⁾. Así, cuando se formulan raciones para lechones recién destetados, estos valores de digestibilidad son los utilizados sin tomar en consideración las diferencias fisiológicas existentes entre esos dos tipos de animales.

En base a la argumentación anterior, es necesario poder evaluar paralelamente en cerdos jóvenes y en fase de crecimiento, la utilización digestiva de las materias primas más empleadas en la alimentación porcina, así como el evaluar la validez de la formulación de raciones para lechones recién destetados, basándose en valores de digestibilidad generados a partir de cerdos en una fase fisiológica distinta. De este modo se podrá conocer el valor nutritivo de estos alimentos en función de las condiciones particulares a cada tipo de cerdo. La generación de este conocimiento requiere el estandarizar una metodología experimental en lechones y en cerdos en crecimiento, para determinar la digestibilidad ileal, ya que es el criterio que mejor describe los valores de digestibilidad de diferentes materias primas.

Por lo señalado, la preparación de animales fistulados es de vital importancia para la realización de trabajos de investigación. Con el fin de mantener abiertas dichas fístulas se requiere la implantación de cánulas que permitan la colecta de muestra

CANULACIÓN DE CERDOS: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA

de la digesta ileal de una forma práctica y funcional, y que a su vez afecten lo menos posible el proceso normal de la digestión y de la absorción de nutrimentos. El procedimiento quirúrgico para la inserción de cánulas en "T" dentro del íleon distal ha sido descrito en lechones^(22,23), cerdos en crecimiento^(24,25), cerdas adultas no gestantes^(26,27) y en cerdas gestantes⁽²⁸⁾.

La presente nota de investigación tiene como objetivo el de presentar la adaptación de dos cánulas utilizadas en lechones recién destetados (21 días de edad) y en cerdos en crecimiento de alrededor de 40 kg de peso vivo, las cuales fueron utilizadas en estudios de digestibilidad ileal de grasa, proteína y aminoácidos de algunas materias primas utilizadas en la alimentación de cerdos en México. Estos estudios se realizaron en la Sección Metabólica de la granja experimental del CENID Fisiología, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

Se seleccionaron los cerdos de acuerdo a su sexo y edad. Los cerdos en crecimiento fueron machos castrados con un peso vivo entre los 37 y 42 kg, los cuales fueron colocados en jaulas individuales, provistas de bebedero de chupón y comedero, durante una semana, en la cual se adaptaron al manejo experimental de dos comidas al día (0800 y 1600 horas).

Los lechones, machos enteros, fueron destetados a los 17 días de edad y se alojaron en jaulas metabólicas provistas de bebedero de chupón y comedero. Entre los días 17 y 20 de edad fueron enseñados a consumir alimento sólido (80% de leche deshidratada y 20% de almidón de maíz).

El día de la operación (21 días de edad en los lechones y una semana posterior a su confinamiento en jaulas para cerdos en crecimiento), a los animales se les indujo la anestesia con Sural (1 ml/20 kg de peso por vía intramuscular); una vez tranquilizados, los cerdos fueron rasurados en el flanco derecho y posteriormente anestesiados con Halothane aplicado a razón de 100 a 400 ml / 2.0 y 5.5 l de oxígeno por minuto, en lechones al destete y en cerdos en crecimiento respectivamente. Una vez anestesiados, los animales fueron colocados en posición de decúbito lateral derecho y la zona quirúrgica (flanco derecho) fue lavada con jabón quirúrgico y desinfectada con solución yodada.

Se realizó una incisión en el ijar derecho (se recomienda trazar una línea imaginaria desde el codillo hasta el nacimiento del rabo); cada uno de los planos musculares (músculo oblicuo externo, oblicuo interno, transversal abdominal) fue disecado sin cortar sus fibras, únicamente separándolas con la apertura de unas tijeras de punta y en un segundo tiempo con las yemas de los dedos; esto dio como resultado una incisión con una dirección diferente en cada plano anatómico, que permitió soportar mejor el peso de las vísceras y una cicatrización más rápida del tejido disecado. Al peritoneo se le hizo una incisión en dirección dorsoventral, de manera tal que fuera paralela a las fibras del músculo transversal abdominal. Una vez incidida la cavidad abdominal, se localizó el ciego por su color más oscuro y menos rosado que el del intestino delgado, y se buscó el ligamento íleo-cecal, el cual sirvió de referencia para desplazarse alrededor de 5 a 10 cm hacia la porción

ventral del intestino, donde fue fijada la cánula. En el lugar de incisión, el íleon fue incidido longitudinalmente para colocar y fijar la cánula, lo cual se realizó primeramente por el uso de puntos separados y posteriormente con una sutura en Jareta (catgut crómico 2-0 en cerdos en crecimiento y 3-0 en lechones de 21 días de edad); el extremo craneal de la cánula fue marcado con un plumón indeleble, con el fin de que no fuera girada al extraerla, y se colocó un tapón de gasa para evitar el derrame de la digesta durante la manipulación posterior. Para exteriorizar la cánula se realizó una segunda incisión en la parte superior del ílar derecho, procurando que la piel fijara el cuerpo de la cánula; inmediatamente se procedió a verificar que la misma no hubiera sido girada cuando fue exteriorizada y que sus

alas no estuvieran comprimiendo ningún asa intestinal. Finalmente se procedió a suturar los planos quirúrgicos (peritoneo y músculo) con catgut crómico 2-0 en cerdos en crecimiento y 3-0 en lechones de 21 días de edad; por último la piel fue suturada con hilo seda calibre 0. Al terminar la cirugía, a cada animal se le aplicó un tratamiento antimicrobiano preventivo (penicilina-estreptomicina y oxitetraciclina) durante tres días, por vía parenteral; tópicamente se aplicaron nitrofuranos para ayudar a la cicatrización.

Los dos tipos de cánulas empleadas fueron fabricadas en un plástico rígido (nylamid) y se muestran en la Figura 1; las utilizadas en los cerdos en crecimiento tienen forma cilíndrica y están conformadas de un cuerpo con alas en semicírculo, con cuerda

Figura 1. Tipo de cánulas utilizadas para pruebas de digestibilidad ileal en lechones y cerdos en crecimiento



CANULACIÓN DE CERDOS: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA

en la parte externa del cuerpo; un émbolo en forma de un tubo cilíndrico, una rondana con rosca interna y un tapón.

La cánula empleada en los lechones es una modificación de la propuesta por Walker *et al.*⁽²²⁾, tiene una forma rectangular y está conformada por un cuerpo con alas en semicírculo y con cuerda en la cara angosta del rectángulo, un émbolo en forma de un tubo rectangular, rondana con rosca interna y tapón. Las

adecuaciones que se realizaron en el cuerpo de la cánula se indican en el Cuadro 1: se incrementó en 1.5 cm la altura total, la cual pasó de 3.0 a 4.5 cm, se eliminaron los orificios de las paredes laterales y se adicionó el émbolo, el cual evitó la presencia constante de digesta ileal al interior. Se disminuyeron en 0.1 cm la anchura externa (de 1.0 a 0.9 cm) e interna (de 1.6 a 1.5 cm) y la longitud interna (de 1.6 a 1.5 cm). En lo que respecta a las alas, éstas se redujeron en 0.2 cm en el

Cuadro 1. Características de las cánulas utilizadas en cerdos en crecimiento y lechones

Cerdos en crecimiento	Medidas (cm)	Lechones	Medidas (cm)
Cuerpo de la cánula			
Altura	7.1	Altura	4.5
Diámetro interno	1.8	Longitud interna	1.5
		Anchura interna	0.7
Diámetro externo	2.5	Longitud externa	2.0
		Anchura externa	0.9
Alas			
Largo	7.8	Largo	3.5
Ancho	3.0	Ancho	1.2
Embolo			
Diámetro	1.7	Anchura	0.6
Altura	7.7	Altura	4.1
		Longitud	1.4
Tope superior	7.8	Tope superior	1.9
Rondana			
Diámetro interno	2.5	Diámetro interno	2.0
Diámetro externo	5.1	Diámetro externo	2.5
Espesor	0.9	Altura	0.9
Tapón			
Diámetro interno	2.5	Diámetro interno	2.0
Diámetro externo	3.8	Diámetro externo	2.5
Altura externa	2.4	Altura externa	1.4
Altura interna	2.0	Altura interna	1.0

largo (de 3.7 a 3.5 cm) y ancho (de 1.4 a 1.2 cm).

Como resultado de la adaptación e implementación de la metodología descrita, fue posible utilizar este procedimiento en 24 lechones al destete (17 días de edad), con un peso promedio de 6.0 ± 0.8 kg y 74 cerdos en crecimiento con un peso promedio de 41.9 ± 6.5 kg al momento de la cirugía (Cuadro 2), con ellos se realizaron dos experimentos en lechones destetados para medir la digestibilidad de diferentes fuentes de grasa y de proteína, utilizadas en las dos primeras semanas posdestete. En cerdos en crecimiento se realizaron 8 experimentos, en los cuales se estudió el efecto del nivel de fibra detergente neutro sobre la excreción de nitrógeno de origen endógeno; la digestibilidad ileal de diferentes variedades de sorgo con niveles crecientes de taninos y la digestibilidad ileal de maíces de alta calidad proteica. Los resultados prelimi-

nares de algunos de estos estudios fueron presentados en diversos congresos^(29, 30,31,32).

Las modificaciones realizadas a la cánula propuesta por Walker *et al.*⁽²²⁾, permitieron solventar los problemas observados al emplear previamente su técnica. La mayor longitud del cuerpo de la cánula permitió fijar con mayor facilidad la bolsa receptora de la digesta ileal, evitando así la manipulación excesiva de los lechones, también el fabricar las cánulas más angostas y con alas más pequeñas y redondas, permitió una mejor implantación de las mismas en el intestino delgado; esto pudo ser debido al tamaño promedio del aparato digestivo de los lechones utilizados en los experimentos, los cuales se caracterizaron por no consumir alimento sólido en la fase de lactancia. Asimismo, los cambios hechos al manejo (destete el día 17 y cirugía el día 21 de edad), permitieron disminuir ostensiblemente la

Cuadro 2. Características productivas de los cerdos utilizados en los estudios de digestibilidad

	Número	Peso al Destete (kg)	Edad (días)	Peso Final (kg)	Edad (días)	GDP* (g)
Lechones:	24					
Promedio		6.02	17	8.00	34	83.0
Desviación estándar		0.83	0.83	1.51	0.83	54.9
=====						
	Número	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	GDP* (g)		
Cerdos en crecimiento:	74					
Promedio		41.98	52.94	315.0		
Desviación estándar		6.56	6.90	256.0		

* Ganancia diaria de peso durante el periodo experimental.

mortalidad postoperatoria y asegurar un consumo adecuado de alimento a partir de la primera semana postdestete.

En conclusión, la metodología para la implantación de cánulas a nivel ileal en lechones recién destetados y en cerdos en crecimiento se mostró viable y exitosa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes instituciones por su apoyo financiero a los proyectos de investigación: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Universidad Autónoma de Querétaro, CONACYT en su programa CONACYT-SAGAR, al Sistema Regional Miguel Hidalgo (SIHGO) y a la Fundación Guanajuato Produce AC.

ILEAL DIGESTIBILITY IN CANNULATED PIGS: DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY

ABSTRACT

Reis de Souza TC, Mar BB, Mariscal LG. *Téc Pecu Méx* 2000;38(2):143-150. The new standards in swine nutrition use the "ideal protein concept", because they demand a better knowledge of raw materials used in feed formulation, and the rations should provide an amino acid profile at ileal level. To obtain this goal, the amino acid ileal digestibility value must be known. The majority of the research has been performed in growing pigs, nevertheless, it is accepted that the piglet has an immature digestive tract so their digestive capacity is lower than in the growing pigs. In this technical note, we describe a technique to implant a simple "T" cannula at ileal level in growing pigs and in weaning

piglets of 21 days of age. This technique permitted to measure ileal digestibility in piglets of 28 and 35 days of age (first and second postweaning week) and growing pigs with 40 kg of live weight.

KEYWORDS: Ileal digestibility, Ileal cannulation, Piglets weaned, Growing pigs.

LITERATURA CITADA

1. ARC. Agricultural Research Council. The nutrient requirements of pigs. Slough U.K. Commonwealth Agricultural Bureaux; 1981.
2. Fuller MF, Wang TC. Digestible ideal protein - a measure of dietary protein value. *Pigs News and Information* 1990;(11):353-357.
3. Mason VC, Just A, Bech-Andersen S. Bacterial activity in the hind-gut of pigs. 2. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and amino acids. *Z Tierphysiol Tierernähr u Futtermittelkde* 1976;(36):310-324.
4. Laplace JP, Darcy-Vrillon B, Duval-Iflah Y, Raibaud P. Proteins in the digesta of the pig: amino acid composition of endogenous bacterial and fecal fractions. *Reprod Nutr Develop* 1985; (25):1083-1099.
5. Sauer WC, Just A, Jorgensen HH, Fekadu M, Eggum BO. The influence of diet composition on apparent digestibility of crude protein and amino acids at the terminal ileum and overall in pigs. *Acta Agric Scand* 1980;(30):449-459.
6. Zebrowska T. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Roczniki Nauk Rolniczych. Serie B Zootech* 1973;(B95):85-90.
7. Dierick N, Vervaeke I, Decuypere J, van der Hayde, Henderickx HK. Correlation of ileal and fecal digested protein and organic matter to production performance in growing pigs. In: Rostock (DDR) Proc V Int symp protein metabolism and nutrition. 1988;(1s):50-51.
8. Just A, Jorgensen H, Fernández JA. Correlation of protein deposited in growing female pigs to ileal and fecal digestible crude protein and amino acids. *Livestock Prod Sci* 1985;(12):145-159.
9. Buddington RK. Intestinal nutrient transport during the life story of swine. In: Laplace JP, Février C, Barbeau A editors. Proc VII International symposium of digestive physiology in pigs. EAAP 1997;(88):103-112.
10. Cera KR, Mahan DC, Reinhart A. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil,

- lard or tallow by weanling swine. *J Anim Sci* 1988;(66):1430-1437.
11. Makkink CA, Bernsten PJM, op den Kamp BML, Kemp B, Verstegen MWA. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. *J Anim Sci* 1994;(72):2843-2850.
 12. Sève B. Élevage et sevrage des porcelets. En: Pérez JM, Mornet P, Rérat A editors. *Le Porc et son élevage, bases scientifiques et techniques*. France. Editorial Maloine; 1986:403-430.
 13. NRC. National Research Council. *Nutrient requirements of swine*. 10th ed. Washington, DC, US: National Academy Press; 1998.
 14. Noblet J, Fortune H, Dubois S, Henry Y. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolizable et nette des aliments pour le porc. INRA, Paris. 1989:106.
 15. Noblet J, Shi XS, Fortune H, Dubois S, Lechevestrier Y, Corniaux C, Sauvan D, Henry Y. Teneur en énergie nette des aliments chez le porc. *Journées Rech Porcine en France*. 1994;(26):235-250.
 16. Southern LL. Digestible amino acids and digestible amino acids requirements for swine. *Byokiyowa Technical Review No. 2*. 1991.
 17. RHÔNE POULENC. *Rhodimet, nutrition guide*, 6th ed. France. Rhône Poulenc Animal Nutrition, Antony Cedex, 1993.
 18. Jondreville CJ, van de Broecke, Gatel F, van Cauwenbergh S. Digestibilité iléale des acides aminés des matières premières chez le porc. *Eurolysine et ITCF Technical Institute for Cereals and Forages*. Paris, France. 1995.
 19. Mariscal LG, Avila E, Tejada HI, Cuarón IJA, Vázquez PC. Tablas y diskette del contenido de aminoácidos totales y digestibles para cerdos. INIFAP-PAIEPEME. 1995.
 20. Mariscal LG, Avila E, Tejada HI, Cuarón IJA, Vázquez PC. Tablas del contenido de aminoácidos totales y de los coeficientes de digestibilidad verdadera para aves y cerdos. INIFAP. 1997.
 21. Juste C. Apports endogènes par les secretions digestives chez le porc. En: Laplace JP, Corring T, Rérat A editors. *Physiologie digestive chez le porc*. 2ème Séminaire International. Les Colloques de l'INRA. 1982:155-173.
 22. Walker WR, Morgan GL, Maxwell CV. Ileal cannulation in baby pigs with a simple T-cannula. *J Anim Sci* 1986;(62):407-411.
 23. Li S, Sauer WC, Fan MZ. The effect of dietary crude protein level on amino acid digestibility in early weaned pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr* 1993;(70):26-37.
 24. Decuypere JA, Vervaeke IJ, Henderickx HK, Dierick NA. Gastro-intestinal cannulation in pigs: A simple technique allowing multiple replacements. *J Anim Sci* 1977;(45):463-468.
 25. Sauer WC, de Lange K. Novel methods for determining protein and amino acids digestibilities in feedstuffs. In: Nissen S editor. *Modern methods in protein nutrition and metabolism*. San Diego, CA, US: Academic Press; 1992:87-120.
 26. Hamilton CR, Dove CR, Zinn GM, Veum TL. Simultaneous cecostomy and ileal cannulation with a modified flexible T cannula in gilts. *Am J Vet Res* 1985;(46):942-944.
 27. Mrorz Z, Tarkowski A. The effects of dietary inclusion of sidameal (Malvaceae) for gilts on the reproductive performance, apparent digestibility, rate of passage and plasma parameters. *Livest Prod Sci* 1991;(27):199-210.
 28. Stein HH, Shipley CF, Easter RA. Technical note: A technique for inserting a T-cannula into the distal ileum of pregnant sows. *J Anim Sci* 1998;(76):1433-1436.
 29. Souza TCR, Mariscal GL, Uribe LL. Efecto de la fuente de grasa sobre la digestibilidad total e ileal de los nutrimentos en lechones destetados [resumen]. XXXV Congreso nacional de la Asociación de médicos veterinarios especialistas en cerdos, AMVEC. 2000:85.
 30. Avellaneda CJH, Mariscal GL. Digestibilidad ileal aparente de proteína y aminoácidos de cuatro sorgos en cerdos en crecimiento [resumen] IX Congreso nacional de la Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal, AMENA. 1999:9.
 31. Bayardo UA, Mariscal GL. Efecto de la fibra sobre la digestibilidad ileal de dos fuentes de proteína en cerdos [resumen]. IX Congreso nacional de la Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal, AMENA. 1999:11.
 32. Bayardo UA, Mariscal GL. Efecto del nivel de fibra detergente neutro sobre la excreción de proteína endógena en cerdos [resumen]. IX Congreso nacional de la Asociación mexicana de especialistas en nutrición animal, AMENA. 1999:12.