

Evaluación de la técnica de bolsa móvil de nylon para determinar la digestibilidad de proteína cruda en cerdos*.

Juliana Palacios García**, José Julián Echeverry Zuluaga***, Jaime Parra Suescún****

Resumen

Introducción: La determinación directa de los valores nutricionales de los alimentos implica, principalmente, la modificación quirúrgica del aparato digestivo de los animales. Hoy, existe gran interés de utilizar otras técnicas de digestibilidad menos traumáticas para estimar los coeficientes de digestibilidad total de proteína cruda. **Objetivo.** Determinar la digestibilidad total de proteína cruda de diferentes materias primas con la técnica de la bolsa móvil de nylon sin predigestión en cerdos. **Materiales y métodos.** Se utilizaron seis cerdos (35 ± 0.5 kg de peso) en el Centro de Producción San Pablo, de la Universidad Nacional de Colombia. Se emplearon tres fuentes energéticas: maíz, sorgo, yuca; tres fuentes proteicas: torta de soya, harina de pescado, harina de carne; y tres fuentes fibrosas: salvado de trigo, salvado de maíz y torta de palmiste. **Resultados.** Para la variable digestibilidad total de proteína cruda, los mayores valores se obtuvieron ($P > 0.05$) con torta de soya (97.2%), mientras que la torta de Palmiste (71.4%) y yuca (61.2%) presentaron ($P < 0.05$) los valores más bajos. **Discusión.** Cuando se utiliza la técnica de la bolsa móvil de nylon sin predigestión en alimentos ricos en proteína cruda, la contaminación con nitrógeno no dietario no afecta la digestibilidad total de proteína cruda, mientras que en alimentos altos en fibra o con bajos niveles de proteína cruda ocurre lo contrario. **Conclusiones.** Los valores de digestibilidad total de proteína cruda en cerdos, con la técnica de la bolsa móvil de nylon sin predigestión, no difieren de los reportados en la literatura.

Palabras claves: Proteína cruda, digestibilidad total, técnicas de digestibilidad, fuentes proteicas, cerdos.

Artículo recibido 09-05 de 2009, última revisión 12-09 de 2009

Technical evaluation of a nylon mobile bag for determining the digestibility of raw protein in pigs.

Abstract

Introduction. The direct determination of nutritional values in food implies, principally, the surgical modification of the animals. In recent years there has been a great interest about the necessity of using other techniques of digestibility with less traumatic effects for determining the Total Coefficients of Raw Protein Digestibility (DTPC, in Spanish). **Objective.** To determine the Total Coefficients of Raw Protein Digestibility from different raw materials. The Mobile Nylon Bag Technique (TBMN in Spanish) was used with no pre-digestion in pigs. **Materials and methods.** 6 pigs were used (with a 35 ± 0.5 kg weight) in the San Pablo Production Center, which belongs to Universidad Nacional de Colombia. Three energy sources were chosen: Corn, sorghum and cassava; Three protein sources: Soybean cake, fish flour and meat flour. Also, three fiber sources were used: Wheat bran, grits and palm kernel cake. **Results.** For the Total Coefficients of Raw Protein Digestibility variable, the highest values were obtained were ($P > 0.05$) with soybean cake (97.2%), while palm kernel cake (71.4%) and cassava (61.2%) had ($P < 0.05$) the lowest coefficients. **Discussion.** In food rich in crude protein the contamination with not dietary nitrogen (NDN) is low and does not affect the coefficients. Nevertheless, in foods with high fiber contents or low PC levels, the contamination with not dietary nitrogen affects the coefficients when the Mobile Nylon Bag Technique is used. **Conclusions.** The Mobile Nylon Bag Technique allows minimizing the stress caused by surgery in animals which are subject of experiments. The Total Coefficients of Raw Protein Digestibility, using the Mobile Nylon Bag Technique with no pre-digestion, is not different from the values reported in the literature.

* Investigación realizada entre junio y diciembre de 2008.

** Zootecnista independiente

*** Zootecnista, MsC Biotecnología Animal, Profesor Auxiliar, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias

**** Zootecnista Profesor Auxiliar, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo BIOGEM. e-mail: jeparrasu@unal.edu.co

Key words: Raw protein. Total digestibility. Digestibility techniques. Protein sources. Pigs.

Avaliação da técnica de bolsa móvel de nylon para determinar o nível digestão de proteína crua em porcos.

Resumo

Introdução. A determinação direta dos valores nutricionais dos alimentos implica principalmente a modificação cirúrgica dos animais. Recentemente, tiveram grande interesse sobre a necessidade de utilizar outras técnicas de digestão menos traumáticas para estimar os Coeficientes de Digestão Total de Proteína Crua. **Objetivo.** Determinar a DTTC de diferentes matérias primas utilizou-se a Técnica da Bolsa Móvel de Nylon (TBMN) sem pré-digestão em porcos. **Materiais e Métodos:** Utilizaram-se 6 porcos (35±0.5 kg de importância) no Centro de Produção São Paulo, pertencente à Universidade Nacional de

Colômbia. Empregaram-se três fontes energéticas: Milho, Sorgo, mandioca; três fontes protéicas: Bolo de soja, Farinha de pescado, Farinha de carne; e três fontes fibrosas: Salvado de trigo, Salvado de milho, bolo de palmiste. **Resultados.** Para a variável DTTC, os maiores valores se obtiveram ($P>0.05$) com Bolo de Soja (97.2%), enquanto Bolo de Palmiste (71.4%) e mandioca (61.2% apresentaram ($P<0.05$) os mas baixas DTTC. **Discussão.** Em alimentos ricos em c, a contaminação com nitrogênio não diário (NND) é pequena e não afeta a DTTC. No entanto, em alimentos altos em fibra ou com baixos níveis de proteína crua, a contaminação com NND afeta a DTTC quando se utiliza a TBMN. **Conclusões.** A TBMN permite minimizar o estresse ocasionado por intervenções cirúrgicas em animais sujeitos a experimentação. A DTTC utilizando a TBMN sem pré-digestão, não difere dos valores reportados na literatura.

Palavras chaves: Proteína crua, digestão total, técnicas de digestão, fontes protéicas, porcos.

Introducción

Las publicaciones que periódicamente rea-liza el National Research Council¹ sobre requerimientos nutricionales de animales domésticos, tradicionalmente se han constituido en los documentos de referencia para estimar los requerimientos y valor nutricionales de los recursos utilizados en los sistemas de producción animal en nuestro medio. Sin embargo, debido al alto costo de importación de algunas materias primas y al desarrollo de la agricultura nacional, se ha tenido que recurrir a la utilización de recursos propios que no han sido evaluados en cerdos y de los cuales no se posee referente nutricional. La determinación directa de los valores nutricionales de los alimentos utilizados en cualquier especie animal, implica la recolección total de heces, el uso de marcadores digestivos y la modificación quirúrgica de los animales. Estas técnicas requieren demasiado tiempo y dinero, además de una gran cantidad de alimento. Debido a esto, se ha creado la necesidad de utilizar técnicas de digestibilidad menos traumáticas y riesgosas para el animal. Los problemas anteriormente mencionados, pueden ser solucionados utilizando la Técnica de la Bolsa Móvil de Nylon

(TBMN), sugerida en un principio por Sauer *et al*² y que consiste en poner pequeñas muestras de alimentos finamente molidas dentro de una pequeña bolsa de nylon, y ésta a su vez, en un recipiente que contiene ácido clorhídrico y pepsina para simular la digestión gástrica. Después de un corto tiempo de incubación, las bolsas de nylon son removidas del recipiente e insertadas en el tracto digestivo, modificado quirúrgicamente, de un animal a través de una cánula duodenal. Sin embargo, Monsalve³ utilizó esta técnica con bolsas pequeñas introducidas en la vía oral, sin necesidad de modificar quirúrgicamente el tracto digestivo de los animales, obteniendo resultados similares a los reportados en la literatura. La TBMN tiene grandes ventajas comparada con los métodos convencionales de digestibilidad, por cuanto muchos alimentos pueden ser evaluados en un tiempo relativamente corto y con la utilización de unos pocos animales. Además, con este tipo de técnicas se podría adelantar un mayor número de estudios a bajo costo y con relativa facilidad, comparados con la utilización de cerdos canulados por vía duodenal e ileal⁴. El objetivo de éste estudio es establecer la digestibilidad total de proteína cruda (PC) utilizando la Técnica de la Bolsa Móvil de Nylon suministrada oralmente en cerdos.

Materiales y métodos

Localización: El trabajo de campo se realizó en el Centro de Producción San Pablo, perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, ubicado en el municipio de Rionegro, que se encuentra a una altura de 2.100 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 12 y 18 °C, en una zona de bosque muy húmedo, montano bajo (bmh-MB) y un promedio anual de lluvias de 2.000 a 4.000mm.

Animales: Se utilizaron 6 cerdos en fase de crecimiento, aproximadamente de 35 kg de peso vivo. Los animales fueron alojados en jaulas metabólicas (120 x 80 cms) para mayor facilidad en el manejo, la alimentación y recolección de muestras. Durante el estudio,

los animales recibieron 1.0 kg/día de un alimento comercial para crecimiento, y el agua fue ofrecida *ad libitum*. Los animales fueron alimentados a las 08:00 y 16.00 horas.

Alimentos evaluados: Los alimentos utilizados para determinar la desaparición intestinal de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) se pueden observar en la Tabla 1. Los tratamientos se hicieron con diferentes materias primas, las cuales fueron distribuidas dentro de diferentes grupos nutricionales: energéticas (maíz, sorgo y yuca), proteicas (torta de soya, harina de pescado y harina de carne) y fibrosas (torta de palmiste, salvado de trigo y salvado de maíz). Los ingredientes mencionados se analizaron para determinar MS y PC según los métodos descritos en el Oficial Methothos of Análisis⁵.

Tabla 1. Composición nutrimental de los alimentos evaluados (%)

Alimento	Nutriente	
	%MS	%PC
Maíz (MZ)	91.7	10.5
Sorgo (SG)	98.6	7.4
Yuca (YC)	97.8	2.1
Torta de Soya (TS)	92.9	46.7
Harina de Pescado (HP)	97.5	57.1
Harina de Carne (HC)	99.0	44.3
Torta de Palmiste (TP)	83.4	18.1
Salvado de Trigo (ST)	97.6	17.0
Salvado de Maíz (SM)	95.8	11.6

Diseño experimental: Se tomaron 3.0 gr de cada muestra, los cuales fueron distribuidos y empacados en 30 bolsas de nylon (BN) de 2 x 2 cm con un tamaño de poro de 11 µm, y con un peso promedio de muestra de 0.1 gr. Luego estas BN fueron selladas al calor antes de introducirlas oralmente en cerdos en crecimiento, sin ningún tipo de predigestión. Se introdujeron 5 BN inmediatamente después de cada periodo de alimentación, para un total de 10 BN por animal/día. La introducción se hizo de manera que cada cerdo recibiera un mínimo de 5 BN por cada muestra. Las heces fueron recolectadas tres veces al día, y después de la recuperación se mezclaron las BN introducidas por cada muestra, para obtener

una muestra final. Las BN fueron lavadas con agua corriente y puestas a secar a 60°C por 48 horas hasta realizar las determinaciones de laboratorio del residuo final. En los residuos se determinó el contenido de MS y PC de acuerdo con los procedimientos descritos por la AOAC⁵. La digestibilidad intestinal de PC fue calculada por la diferencia entre la cantidad de PC en el alimento y la cantidad de PC en las BN recolectadas en heces, y expresada como un porcentaje de la proteína total. Para evitar la pérdida de las BN, el animal experimental se mantuvo en la jaula metabólica desde dos días antes de la introducción de las BN y hasta tres días después de las mismas, en donde se pudo vigilar la excreción de las heces y recuperar las BN.

Diseño estadístico: Los datos de desaparición de PC fueron analizados mediante un diseño estadístico de bloques al azar, donde cada uno de los tratamientos (materias primas) fue aleatorizado a uno de los bloques (animales)⁶. El análisis estadístico de los datos obtenidos, fue desarrollado utilizando el procedimiento GLM del SAS⁷. Las diferencias entre tratamientos fueron determinadas por LS means (media de mínimos cuadrados); además, se usó la prueba de Duncan para detectar significancia ($P < 0.05$).

Resultados

Durante el experimento, los animales no manifestaron síntomas de incomodidad ni de enfermedad revelada. Para el caso particular de los cerdos, no se presentaron bloqueos intestinales por la alta frecuencia de introducción de bolsas de nylon; y al nivel al que se fijó el consumo diario, no hubo sobrante ni desperdicio de alimento. Los promedios generales para Digestibilidad Total de Proteína Cruda (DTPC) de las materias experimentales se muestran en el tabla 2.

Estos datos son similares a los publicados por varios autores que utilizaron diferentes métodos y materias primas (siendo a: Valores obtenidos experimentalmente mediante la TBMN sin predigestión, b: Valores obtenidos mediante otras técnicas de digestibilidad), como los reportados para MZ: 84.5a, 81.0b⁸, 86.9c⁹; SG: 83.4a, 86.4c⁹; TS: 91.4a, 91.6d¹⁰, 90.0b⁸; y ST: 79.0a, 73.0e¹¹. Estos datos son presentados como punto de referencia para evaluar el potencial de la TBMN sin predigestión gástrica, y predecir digestibilidad total in vivo de PC.

Las causas por las que se eliminó la mayoría de las BN fueron, mal manejo en el lavado, daños físicos y el excesivo tiempo en el tránsito a través del tracto gastrointestinal. El tiempo promedio requerido para que las BN pasaran a través del tracto digestivo fue de 38.3 horas. Este valor es consistente con los datos publicados por Metz y Dekker¹² y Cherian *et al.*¹³, quienes reportaron que el tiempo promedio de tránsito de la digesta en cerdos en crecimiento fluctúa entre 24 y 48 horas. Las BN que fueron recolectadas después de 72 horas representaron el 1.2% del total de las BN introducidas oralmente.

Tabla 2. Promedios generales (%) para DTPC en cerdos de diferentes materias

ALIMENTO	TS	HP	MZ	HC	SG	SM	ST	TP	YC	EEM
DTPC (%)	91.4 ^A	90.2 ^B	84.5 ^C	84.4 ^C	83.4 ^C	81.6 ^D	79.0 ^E	67.4 ^F	61.2 ^G	1.116

^{ABCDEF} Medias dentro de dietas con letras distintas son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

EEM: error estándar de la media.

TS: Torta de Soya, HC: Harina de Carne, MZ: Maíz, SM: Salvado de Maíz, HP: Harina de Pescado, ST: Salvado de Trigo, SG: Sorgo, TP: Torta de Palmiste, YC: Yuca.

Discusión

Son pocos los trabajos en los que se haya evaluado la metodología utilizada en este experimento, de allí, la dificultad para comparar y discutir los resultados obtenidos. Sin embargo, debido a las ventajas que ofrece esta técnica, es importante continuar trabajando con esta metodología para establecer la validez de los resultados que arroja.

Los resultados divulgados por Schadereit *et al.*¹⁴ y Yin *et al.*¹⁵ indican que los valores de DTPC determinada por TBMN son más altos que los valores obtenidos por el método convencional. Varios factores pueden ser responsables de las diferencias entre TBMN y los métodos convencionales, entre ellos la fineza de la molienda, el tamaño de la muestra, los factores antinutricionales presentes en el alimento, y el manejo de las bolsas recuperadas.

Algunos factores antinutricionales afectan la fisiología digestiva y pueden influenciar la precisión de TBMN para la determinación de la digestibilidad de los nutrientes¹⁶. En el trabajo realizado por Leibholz¹⁷, los valores de digestibilidad de alimentos altos en fibra determinados con TBMN, fueron más bajos que los obtenidos por métodos convencionales. Es un hecho, muy bien delimitado, que la introducción de cualquier material fibroso en la dieta determina obligatoriamente una disminución en los índices de digestibilidad de nutrientes, en los cerdos que consuman este tipo de raciones^{18,19}.

Esto puede deberse a que la inclusión de fibra en la dieta se traduce en pérdidas mayores de PC, tanto de origen endógeno como exógeno y origina un aumento de la descamación de las células del epitelio intestinal, e incrementa la secreción de mucinas, lo cual supone un mayor valor de las pérdidas endógenas de PC y por tanto una disminución del coeficiente de digestibilidad²⁰. Se ha sugerido también, que la fibra podría comportarse como una “trampa” para los aminoácidos y péptidos, disminuyendo así su absorción intestinal. Además, en estudios *in vitro*²⁰, parece demostrarse que la fibra puede adsorber la tripsina y quimotripsina pancreáticas, ya que un exceso de lignina en el medio digestivo provoca un descenso significativo en la actividad de estas enzimas.

Debido a que las BN fueron recolectadas en las heces, la digestibilidad total de PC fue calculada como la suma de la desaparición en intestino delgado e intestino grueso. Aunque la digestibilidad en intestino grueso no fue medida en este trabajo, otros estudios indican que la fermentación en intestino grueso tiene únicamente un efecto limitado sobre la digestibilidad total^{21,22}.

La recolección de bolsas en heces en lugar del ileon, provoca un incremento mínimo en los valores de digestibilidad de la proteína cruda de concentrados vegetales (tortas de soya y canola), mientras que, en productos de origen animal (harina de carne y hueso) no se presentaron diferencias causadas por el sitio de colección. Voigt *et al.*²³ encontraron una correlación de 0.92 entre la recolección de bolsas en el ileon y las heces, y concluyeron

que la recolección fecal fue apropiada. Sin embargo, Prestløkken y Rise²⁴, no encontraron influencia del sitio de recolección (ileal o fecal) sobre la digestibilidad de la proteína cruda de la soya tratada, utilizando esta misma técnica.

La desaparición fecal de PC de alimentos altos en fibra, puede estar subestimada cuando las BN son recolectadas en las heces debido a la contaminación con NND²⁵. Además, las sustancias que contienen nitrógeno derivadas de la dieta basal o de las secreciones endógenas, pueden entrar y diluir la PC “no digerida” en la BN, obteniéndose bajas digestibilidades. Lo anterior puede explicar en parte, la baja digestibilidad de PC en los granos de cereales y en materias ricas en fibra determinados con la TBMN²⁶.

Los contenidos de las BN en este estudio no fueron corregidos por la contaminación microbial, debido a que Kohn y Allen²⁷ obtuvieron una limitada contaminación microbial para estudios con BN. Además, la contaminación microbial fue asumida como inexistente cuando fueron calculadas las digestibilidades de PC²⁸; las BN fueron lavadas varias veces antes de realizarse los análisis de PC. El lavado de las bolsas recuperadas en heces es una medida relativamente simple para retirar la contaminación dietaria, microbial y endógena unida al exterior de las BN y al alimento introducido en ellas. Schadereit *et al.*¹⁴ reportan que incrementando el tiempo de lavado de las BN se incrementan las pérdidas de PC endógena. Lo anterior, sugiere el lavado de las BN, no obstante, un lavado excesivo produce una sobreestimación de la digestibilidad de la PC. Basados en las condiciones usadas por Yin *et al.*¹⁶, el tiempo óptimo de lavado para las BN recuperadas es de 2 min. por lo anterior, la digestión total medida utilizando la TBMN descrita en este estudio, puede ser considerada como un estimado de digestibilidad verdadera²⁹. Hvelplund *et al.*³⁰, han sugerido que la digestibilidad de PC podría ser calculada con base en la información obtenida únicamente con la digestibilidad intestinal del alimento intacto.

En resumen, los resultados de este trabajo presentan una detallada visión sobre algunos factores que podrían ser tenidos en cuenta para

optimizar la TBMN. La TBMN sin predigestión podría ser utilizada debido a su considerable potencial para la determinación rápida de la digestibilidad de la proteína en cerdos.

Conclusiones

La digestibilidad total de la materia seca y proteína cruda de los alimentos utilizados en este trabajo con la Técnica de la Bolsa Móvil de Nylon sin predigestión, no difiere de los valores reportados en la literatura donde se han utilizado diferentes técnicas.

Los resultados de este estudio indican que la Técnica de la Bolsa Móvil de Nylon sin predigestión, es apropiada para estimar la digestibilidad total de nutrientes de fuentes alimenticias comúnmente utilizadas en cerdos y de materias primas alternativas; lo cual permitiría al nutricionista establecer un orden entre la disponibilidad de los ingredientes de cualquier ración y los requerimientos del animal.

La Técnica de la Bolsa Móvil de Nylon sin predigestión en cerdos es una herramienta rápida para la evaluación de alimentos, además de económica y de fácil manejo en el campo si se compara con los altos costos, al realizar estudios similares con animales canulados. Esta técnica también, permite minimizar el estrés ocasionado por intervenciones quirúrgicas en animales sujetos a investigación.

Referencias

1. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *et al* Nutrients requirement of swine, 10 ed. Washington: National Academy Press, 1998. 218 p.
2. SAUER, WC; JORGENSEN, H. and BERZINES, R. A modified nylon bag technique for determining the apparent protein digestibility in feedstuffs of pig. En: Canadian Journal of Animal Science. 1983. Vol. 62, p.233-237.
3. MONSALVE CIFUENTES, Ferley. Comparación de dos métodos para estimar la digestibilidad posruminal de la proteína cruda del pasto Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*). [CD ROM]. Tesis de Zootecnia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia (Medellín). Departamento de Producción Animal, 2004.
4. MUSTAFA, A.F, *et al*. Assessment of the value of cannulated pigs for measuring intestinal protein digestibility of ruminal undegradable protein of canola meal. En: Canadian Journal of Animal Science. 2000. vol. 80, p. 519 - 522.
5. AOAC INTERNATIONAL. Official methods of analysis. 15 ed. Gaithersburg, MD: Association of Analytical Communities, 2000
6. STEEL, Robert George Douglas and TORRIE, James Hiram. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2 ed. New York: McGraw-Hill, Higher Education, 1980. 633 p.
7. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1 Software. Version 8e Cary: NC: SAS Institute Inc, 2006
8. SAUVANT, D; PEREZ, JM and TRAN, G. Tables of composition and nutritional value of feed materials. INRA Editions. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2004. 304 p.
9. LIN, FD; KNABE, DA. and TANKSLEY, JTD. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. En: Journal of Animal Science. 1987. vol. 64, p.1655-1665.
10. SAUER, WC, *et al*. The evaluation of the mobile nylon bag technique for determining the apparent protein digestibility in a wide variety of feedstuffs for pigs. En: Journal of Animal Science. 1987. vol. 67, p. 432-440.
11. DOORENBOS, J, *et al*. Valoración nutritiva de materias primas en los países bajos. En: Curso de especialización FEDNA: Avances en nutrición y alimentación animal. (20: 22-23, noviembre: Barcelona). Barcelona: Fundación p. 27-48.
12. METZ, SH. and DEKKER, DRA. Effects of housing on gastrointestinal transit time and digestibility of feeds in growing pigs. En: Seminar International on Digestive Physiol. in the Pig (3: Copenhagen, Den). Copenhagen, Den: A. Just, H. Jorgensen and J.A. Fernández. National Institute of Animal Science, 1985; p. 369-372.
13. HERIAN, G; SAUER, WC. and THACKER, PA. Effect of predigestion factors on the apparent digestibility of protein for swine determined by the mobile nylon bag technique. En: Journal of Animal Science. 1988. Vol. 66, p.1963-1968.
14. SCHADEREIT, R, *et al*. Untersuchungen zur anwendung der mobile beuteltechnik bei schweinen. 2. mitteilung bestimmung der scheinbaren und wahren rohproteinverdaulichkeit von N15-

- markierten Futtermitteln. En: Archives of Animal Nutrition. 1991. vol. 76, p. 156–163.
15. YIN, YL; ZHONG, HY. and HUANG, RL. Determination of the apparent ileal digestibility of protein and amino acid in feedstuffs and mixed diets for growing-finishing pigs with the mobile nylon bag technique. En: Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 1995. vol. 8, p. 433-441.
 16. YIN, YL, *et al.* Evaluation of mobile nylon bag technique for determining apparent ileal digestibilities of protein and amino acid in growing pigs. En: Journal of Animal Science. 2002. vol. 80, no. 2, p. 409-420.
 17. LEIBHOLZ, J. A rapid method for the measurement of protein digestion to the ileum of pigs by the use of a mobile nylon bag technique. En: Animal Feed Science and Technology. 1991. vol. 33, p. 209-219.
 18. LE GOFF, G; VAN MILGEN, J. and NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finisher pigs and adult sows. En: Animal Science 2002, vol. 74, no. 3, p. 503-515.
 19. WANG, JF, *et al.* The influence of dietary fibre and starch types on energy metabolism in growing pigs. En: International Symposium on Digestive Physiology in Pigs (9: Alberta). Edmonton, Alberta: University of Alberta. Department of Agriculture, Food and Nutritional Science, vol. 2, 2003. p. 410-412.
 20. JONDREVILLE, C. and GÁLVEZ, J.F. Estimación de la digestibilidad de aminoácidos en cereales y sus subproductos en dietas para ganado porcino. En: Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y alimentación animal. (11: 7-9, noviembre: Barcelona). Barcelona: Fundación 995.
 21. VAN STRAALLEN, WM; ODIGA, JJ. and MOSTERT, W. Digestion of feed amino acids in the rumen and small intestine of dairy cows measured with nylon-bag techniques. En: British Journal of Nutrition. 1997. vol. 77, no. 1, p. 83–97.
 22. VAN STRAALLEN, WM. and TAMMINGA, S. Protein degradation of ruminant diets. En: WISEMAN, J; and COLE, JA (Eds). Feedstuff evaluation. Butterworths, London, UK. 1990. p. 55
 23. VOIGT, J, *et al.* Measurement of the post-ruminal digestibility of crude protein by the bag technique in cows. En: Archiv für Tierernährung. August, 1985. vol. 35, no. 8, p. 555-562.
 24. PRESTLØKKEN, E. and RISE, O. En: Acta agriculturæ Scandinavica. Section A, Animal science. February, 2003. vol. 53, no. 1, p.11–20.
 25. VANHATALO, A. and KEJOTA, E. The role of the large intestine in post-ruminal digestion of feeds as measured by the mobile – bag method in cattle. En: British Journal of Nutrition, 1995. vol. 73, p. 491 – 505.
 26. DE BOER, G; MURPHY, JJ. and KENNELLY, JJJ. Mobile nylon bag for estimating intestinal availability of rumen undegradable protein. En: Journal of Dairy Science. May, 1987. vol. 70, no. 5, p. 977-982.
 27. KOHN, Richard A and ALLEN, Michael S. Storage of fresh and ensiled forages by freezing affects fiber and crude protein fractions. En: Journal of the Science of Food and Agriculture. 1992. vol. 58, no. 2, p. 215–220.
 28. GRAHAM, Haden, *et al.* Use of nylon-bag technique for pigs feed digestibility studies. En: British Journal of Nutrition. 1985. vol. 54, p. 719-726.
 29. ARIELLI, A, *et al.* In situ evaluation of the ruminal and intestinal digestibility of heat-treated whole cottonseeds. En: Journal of Dairy Science. 1998. vol. 72, no. 5, p. 1228-1233.
 30. HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M.R. and ANDERSEN, L.S. Estimation of the true digestibility of rumen undergraded dietary protein in the small intestine of ruminants by the mobile bag technique. En: Acta agriculturæ Scandinavica. Section A, Animal Science. 1992. vol. 42, p. 34-39.