

Fuente: 1° Congreso Binacional de Producción Animal Argentina-Uruguay . 21° Congreso Argentino y 2° Congreso Uruguayo . Paysandú. Uruguay. 1997.

Digestibilidad, Balance Nitrogenado y Energía de Granos de Sorgo Alto y Bajo en Taninos en Cerdos

Digestibility, Nitrogen Balance and Energy Content of High and Low Tannin Sorghum Grain in Pigs

D'ALESSANDRO, J.* ; BARLOCCO, N. **; PEINADO, M.R.*; GARIN, D.*

* Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Veterinaria
San Fructuoso 1260/001, Montevideo, Uruguay
Telefax: (598- 2) 2093344 e-mail: daless@montevideo.com.uy

** Unidad de Suinotecnia. Facultad de Agronomía
Av. Garzón 809, Montevideo, Uruguay
Fax: (598- 2) 3076239 e-mail: suinos@crs.edu.uy

Resumen

El consumo, la utilización digestiva y metabólica del nitrógeno y energía de dos variedades de granos de sorgo con diferentes contenidos en taninos (sorgo dulce –SD- y antipájaros - SAP-), fue estudiada usando cerdos machos. Seis animales fueron distribuidos al azar en cada uno de los tratamientos, y alojados en jaulas (5 días de acostumbamiento y 10 de período experimental). Los parámetros determinados para ambos tratamientos fueron: digestibilidad de materia seca (DMS), de materia orgánica (DMO), real de la proteína cruda (DrPC); balance de nitrógeno (BN); energía digestible (ED) y metabolizable (EM). La concentración de taninos en SD fue 0.33% y en SAP 0.54%. Las medias fueron respectivamente para SD y SAP: DMS, 78.07 y 77.28% (ESM=0.870; p=0.534); DMO, 79.29 y 78.43% (ESM= 0.848; p=0.490); DrPC, 68.62 y 53.61 % (ESM=1.499; p=0.001); BN, 18.43 y 5.60 gr. (ESM=2.456; p=0.004); ED, 3298 y 3177 kcal/kg (ESM=33.471, p=0.028); EM, 3268 y 3119 kcal/kg (ESM=34.874, p=0.013). Se encontraron diferencias significativas para DrPC, BN, ED y EM. El consumo fue afectado significativamente por el tipo de grano (2.157 y 2.059 kg/día animal; p=0,044 y 2,69 y 2,47 % del peso vivo; p=0,008 para SD y SAP, respectivamente). Los valores encontrados están por debajo de los presentados en la bibliografía consultada. Los reducidos valores de

digestibilidad de la proteína cruda y energía encontrados deberían considerarse en la formulación de dietas para cerdos.

Abstract

The consumption and digestive and metabolic use of nitrogen and energy from two varieties of sorghum grain with different contents in tannins (sweet sorghum - SD- and "antipájaros" - SAP-), was studied using male pigs. Six animals were distributed at random in each of two treatment differing in tannin content, and housed in a metabolic cage (5 days adaptation, 10 of experimental period). The parameters determined for both treatment were: dry matter (DMS), organic matter (DMO), and real of the crude protein (DrPC) digestibility; nitrogen balance (BN); digestible (ED) and metabolizable (EM) energy. The data was analyzed by variance analysis. The concentration of tannins in SD was 0.33% and in SAP 0.54%. The mean values were respectively for SD and SAP: DMS, 78.07 and 77.28% (ESM=0.870; p=0.534); DMO, 79.29 and 78.43% (ESM= 0.848; p=0.490); DrPC, 68.62 and 53.61% (ESM=1.499; p= 0.001); BN, 18.43 and 5.60 gr. (ESM=2.456; p=0.004); ED, 3298 and 3177 kcal/kg (ESM=33.471; p=0.028); EM, 3268 and 3119 kcal/kg (ESM=34.874, p=0.013). There were significant differences for DrPC, BN, ED and EM. The consumption was affected significantly by the grain type (2.157 y 2.059 g/day; p=0.044 and 2.69 y 2.47% of the live weight; p=0.008, for SD y SAP, respectively). The obtained values are below those encountered in the consulted bibliography. The reduced values of digestibility of the crude protein and energy found in this study should be considered in the formulation of diets for pigs.

Palabras claves: sorgo, taninos, cerdos, valor nutritivo.

Key words: sorghum, tannin, pigs, nutritive value.

Introducción

En Uruguay la producción de sorgo granífero para la zafra 1995/96 fue de 92.100 toneladas (D.I.E.A.- O.P.Y.P.A., MGAP,1999). Prácticamente todo lo producido es destinado a la alimentación animal y es el principal ingrediente en la dieta de cerdos. El contenido en taninos varía en los distintos híbridos cultivados, pero esta variación no es tenida en cuenta en el almacenamiento del grano, luego de su secado. Esto lleva a un producto final constituido por materiales de distinto contenido en taninos. Por otra parte las prácticas agrícolas y las condiciones climáticas de la región en que

se realiza el cultivo, son causales de cambios en los contenidos y constitución de los compuestos tánicos del grano de sorgo (Elkin y Rogler, 1991).

El grano de sorgo es considerado con un valor nutritivo ligeramente inferior al grano de maíz para la alimentación de cerdos (Pond y Maner, 1984; Giesemman et al, 1992). Esto es debido a una menor digestibilidad de carbohidratos y de las fracciones nitrogenadas, determinando un menor comportamiento productivo de los animales en términos de velocidad de crecimiento e índice de conversión alimenticia (Pond y Maner, 1984; Huisman y Tolman, 1992). Esto es válido para granos de sorgo con bajo contenido en taninos, agravándose los resultados cuando se incrementa su contenido (Almond et al, 1979; Cousins et al, 1981; Lizardo et al, 1995).

El aceptable nivel nutritivo del sorgo, sumado a un alto potencial de rendimiento del cultivo en condiciones ambientales restrictivas y el menor costo respecto al maíz ha orientado a la búsqueda de sustituir este último grano por sorgo (Elkin y Rogler, 1991; Kemm y Brand, 1996). Este proceso ha sido pautado por una marcada difusión de variedades e híbridos con bajo contenido en taninos, sustituyendo masivamente los materiales con niveles altos (Tanksley y Knabe, 1984; Metayer et al, 1993).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la digestibilidad, balance nitrogenado, energía y consumo de dos híbridos comerciales de sorgo con distintos contenidos en taninos.

Materiales y métodos

Se utilizaron dos partidas de grano con distintos contenidos de taninos de la zafra 1995/96, correspondientes a las variedades Dekalb DA 49 (X7735), catalogada en el ámbito local como “dulce”, baja en taninos (SD) y Pioneer B 815, catalogada en el ámbito local como “antipájaro”, alta en taninos (SAP).

Fueron utilizados seis cerdos machos Large White por tratamiento, los que fueron alimentados con SD o SAP como único alimento. Los animales pesaron al inicio de cada prueba 84.5 (± 3.0) y 79.0 (± 3.3) kg., para SD y SAP, respectivamente.

Se realizó una prueba de digestibilidad, para lo cual los cerdos fueron alojados en jaulas metabólicas individuales. Se utilizó el método de recolección total de excretas y orina durante 10 días. El período de acostumbamiento a las condiciones del experimento fue de 5 días. La rutina de alimentación consistió en suministrar sorgo molido como único alimento, repartido en dos tomas diarias. La oferta diaria fue siempre superior al consumo estimado.

En el período de recolección se midió por animal diariamente los kg. de alimento ofrecido y rechazado, los kg. de heces y de orina.

Del alimento ofrecido se almacenó a diario 50 gr. a los efectos de constituir una muestra compuesta. En caso de los rechazos, se recogió y almacenó una alícuota del 50% del total, la que se conservó congelada. Al final de la prueba se constituyó una muestra compuesta de alimento rechazado por animal.

En el caso de las heces recogidas por animal se almacenó diariamente un 20% del total a las que se midió materia seca en estufa a 105° C. Finalmente se conformó una muestra compuesta para cada cerdo.

Se conservó un 10% del total de la orina para lograr una muestra compuesta por animal. La conservación se realizó utilizando una solución de H₂SO₄ al 10% y mantenida a 4°C. hasta el momento de su liofilización.

En la totalidad de las muestras compuestas se determinó: materia seca (MS), proteína cruda (PC) y cenizas (C), según AOAC (1984). La energía bruta se midió con bomba calorimétrica adiabática. En el alimento se determinó contenido de taninos según AOAC (1984).

Se determinó el consumo por diferencia entre lo ofrecido y rechazado; expresándose en valores absolutos (kg/animal/día) y como porcentaje del peso vivo (%PV). Se calculó la digestibilidad aparente de la materia seca (DMS) y orgánica (DMO), la digestibilidad real de la proteína cruda (DrPC), balance nitrogenado (BN), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM). Para el cálculo de la digestibilidad real de la proteína cruda, se utilizaron valores de Nitrógeno fecal metabólico (para consumos iguales) obtenidos en un ensayo previo, siguiendo el mismo protocolo experimental, utilizando una dieta proteinopriva. La composición de esta dieta se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición porcentual de la dieta proteinopriva utilizada en ensayo previo

	%
Almidón de maíz	58.0
Azúcar	30.0
Celulosa	3.5
Aceite de soja	3.0
Premezcla vitaminas-minerales	5.5

Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza según el procedimiento GLM del SAS (1990).

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presenta la composición química de los granos utilizados.

Tabla 2 Análisis químico y contenido de taninos de sorgo “dulce” (SD) y sorgo “antipájaro” (SAP)

Fracción	SD	SAP
Materia seca %	84.40	81.91
Materia orgánica (g/kg MS)	982.2	986.9
Cenizas (g/kg MS)	17.8	13.1
Proteína cruda (g/kg MS)	70.0	67.5
Energía Bruta (Kcal/kg)	4.294	4.231
Taninos (%)	0.33	0.54

Los valores de PC encontrados son similares a los obtenidos en el país (D'Alessandro, comunicación personal) y se encuentran dentro del rango indicado por Pond y Maner (1984). Es conocido que la concentración de proteína del grano de sorgo es un factor de gran variación que afecta su calidad. La fertilización nitrogenada hace variar el porcentaje de proteína del grano, por lo que una disponibilidad de este nutriente a nivel de suelo, afecta el nivel final de proteína cruda del grano (Carrasco, s.f.)

El contenido de taninos en SD fue inferior que en SAP (0.33 vs. 0.54). Trabajos consultados (Reichert et al., 1980; Lizardo et al., 1995) indican que niveles superiores al 0,28- 0,30% de taninos en la dieta total afectarían la digestibilidad del alimento. En consecuencia, ambas deberían ser catalogadas como intermedias; esperándose mayores reducciones en la utilización digestiva de los granos SAP como se demuestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Digestibilidad de las fracciones químicas (DMS, DMO y DrPC), balance nitrogenado (BN), de los sorgos utilizados.

	SD	SAP	ESM *	P %
DMS (%)	78.07	77.28	0.870	0.534
DMO (%)	79.29	78.43	0.848	0.490
DrPC (%)	68.62	53.61	1.499	0.001
	a	b		
BN	18.43	5.60	2.456	0.004

(g/día) | a b

Letras distintas en la misma fila difieren significativamente

* error estandar de la media

No se encontró diferencias en los valores de DMS y DMO entre los sorgos utilizados. En cambio se encontró diferencias en DrPC, siendo los valores obtenidos inferiores a los reportados por la bibliografía (Almond et al, 1979; Cousins et al 1981; Giesemman et al, 1992; Lizardo et al, 1995) pero concuerdan respecto a la reducción en la disminución de la digestibilidad de las fracciones nitrogenadas a medida que se incrementa los valores de taninos (Almond et al, 1979; Cousins et al, 1981; Lizardo et al, 1995). Una menor actividad enzimática a nivel del tracto digestivo es causada por la formación de complejos tanino-proteínas de origen alimentario y/o endógeno (Pond y Maner, 1984; Huisman y Tolman, 1992), generando una menor actividad de las enzimas pancreáticas (Ahmed et al, 1991), resultando la más afectada la actividad de la tripsina (Ahmed et al, 1991; Lizardo et al, 1995).

La mayor magnitud de la depresión en la utilización digestiva de las fracciones nitrogenadas encontrada en este trabajo puede haberse visto intensificada por la deficiente cantidad de proteína total de la dieta. La gran afinidad que presentan los compuestos fenólicos del complejo taninos a reaccionar con las proteínas en el tracto digestivo (Huisman y Tolman, 1992; Wareham et al, 1994); en una dieta deficiente en nitrógeno puede haber afectado las posibilidades de absorción intestinal. Por otra parte, si bien la comparación se establece con materiales de diferentes concentraciones de taninos, en el presente trabajo, SD contiene niveles de taninos que superan el umbral (0.28- 0.30) a partir del cual existirían descensos en la utilización digestiva de las fracciones nitrogenadas, por lo que los valores obtenidos para este material ya estarían siendo afectados.

Las diferencias observadas en los valores de BN para SD y SAP (18.43 y 5.60, respectivamente), evidencian la adición de una disminución en la utilización del nitrógeno a nivel metabólico; expresándose en las tendencias observadas en la concentración energética y nitrogenada de la orina (153.4 y 91.9 kcal/kg y 9.33 y 8.50 g/kg, para SAP y SD, respectivamente). La presencia de taninos reduce el valor biológico de la proteína de la dieta de cerdos, al afectar la disponibilidad de lisina a nivel metabólico (Pond y Maner, 1984). A la comprobada baja concentración de lisina que contiene la proteína del grano de sorgo suma la baja digestibilidad de este aminoácido por la presencia de los taninos (Lin et al, 1987; Jondreville et al, 1994). En este trabajo, la acentuada depresión de la utilización digestiva sumada a una posible deficiencia en la disponibilidad de algún nutriente nitrogenado específico, provocaría una baja eficiencia de utilización metabólica y contribuiría a provocar las importantes variaciones en el balance nitrogenado de los cerdos alimentados con los distintos granos. Esta hipótesis sería

complementada por las evidencias de que los alimentados con SAP mostraron una disminución en el peso, a diferencia de los cerdos que consumieron SD (- 116 gr/día y 292 gr/día, para SAP y SD, respectivamente).

Tabla 4. Contenido energético de los sorgos utilizados

	SD	SAP	ESM	P%
ED	3.298	3.177	33.47	0.028
(Kcal/kg)	a	b	1	
EM	3.268	3.119	34.87	0.013
(Kcal/kg)	a	b	4	

Letras distintas en la misma fila difieren significativamente

La valoración energética mostró diferencias en los contenidos de ED (3.298 kcal/kg y 3.177 kcal/kg) y ED (3.268 kcal/kg y 3.119 kcal/kg) para SD y SAP, respectivamente. Los valores obtenidos son inferiores a los reportados en la bibliografía (Almond et al, 1979; Cousins et al, 1981, Geisemman et al, 1992); sin embargo, el descenso en el comportamiento al incrementarse el nivel de taninos del grano, es igual al observado en dichos trabajos. Estas observaciones han sido explicadas por la formación de complejos taninos-carbohidratos y/o grasas (Pond y Maner, 1984; Huisman y Tolman, 1992) o a una disminución del ataque del almidón del grano al no poder completarse la destrucción en el tracto digestivo de la matriz proteica del endosperma que lo contiene (Cousins et al, 1981); afectando finalmente la digestibilidad de la energía contenida en el alimento. Posteriormente se sumaría un mayor gasto metabólico de energía para excretar los excesos de nitrógeno generados por una baja utilización metabólica de este último, aumentando las diferencias en el contenido de EM de ambos granos.

El nivel de consumo total diario -CTD- de alimento (2.157 vs 2.059, $p=0,044$; $R^2= 0,0354$) y como porcentaje -C%- del peso vivo (2,69 vs 2,47, $p=0,008$; $R^2= 0,0924$) de los animales para SD y SAP, fue afectado significativamente. Aún así, el efecto del tratamiento es muy pobre en explicar las variaciones del consumo. La literatura consultada reporta la inexistencia de diferencias significativas en el nivel de consumo (Cousins et al., 1981), contrastando con otros que si encuentran (Almond et al., 1979; Lizardo et al., 1995). La disminución en la ingesta de cerdos alimentados con sorgo con niveles crecientes en taninos ha sido atribuida a descensos en la palatabilidad (Wareham et al., 1994). Si bien este puede haber sido un factor que haya incidido y que se expresó en la mayor variabilidad que presentaron los cerdos en el consumo en el material con mayor nivel de taninos (coeficiente de variación de 14,36 vs 10,45%, para SAP y SD, respectivamente); otros factores de variación han afectado el nivel de consumo. Si bien en este trabajo se encuentran descensos del consumo con incrementos en los contenidos de taninos, no se podría concluir que los mismos sean exclusivamente debidos al

efecto deletéreo de los taninos. En consecuencia, sería necesario continuar los trabajos que permitan esclarecer este aspecto.

El presente trabajo concluye que se obtiene una menor utilización digestiva y metabólica del nitrógeno y la energía contenidos en el grano de sorgo, a medida que se incrementa el contenido de taninos, siendo especialmente afectada la utilización digestiva.

Como implicancias productivas se deberían buscar de catalogar correctamente los granos de sorgo en función del contenido en taninos de las distintas variedades o híbridos, y por ende su valor nutritivo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Agr. Daniel Cozzolino, a la Ing. Estela Lamagna a la Bach. María Laura De Martini, a los Drs. Daniel Cabella y José Ibañez por su invalorable colaboración, permitiendo la elaboración de este trabajo.

Bibliografía

AHMED, A.E.; SMITHARD, R. y ELLIS, M. 1991. Activities of enzymes of the pancreas, the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels feed on tanin- containing diets. Br. J. Nutr. 65: 189- 197.

ALMOND, M.; SMITH, W.C.; SAVAGE, G.P. y LAWRENCE, T.L.J. 1979. A comparison of two contrasting types of grain sorghum in the diet of growing pigs. Anim. Prod. 29: 143- 150.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (14^a Ed.) Off. Anal. Chem. Washington, D.C.

CARRASCO, P. s.f. Sorgo Granífero. Montevideo Uruguay. 156 p.

COUSINS, B.W.; TANKSLEY, T.D.; KNABE, D.A. y ZEBROWSKA, T. 1981. Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. J. Anim. Sci. 53: 1524- 1537.

D.I.E.A.- O.P.Y.P.A. ,M.G.A.P. 1999. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Oficina de Programación y Política Agropecuaria. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Boletín Informativo. Encuesta Agrícola. Serie Encuestas N° 195. Julio. Montevideo. Uruguay.

ELKIN, R.G. y ROGLER, J.C. 1991. Nutritional value of sorghum grain as a feedstuff for poultry. En: Optimizing Resources in Animal Protein Production. NOVUS. Proceeding of the 1991 Technical Symposia. 127- 154.

GIESEMMAN, M.A.; LEWIS, A.J.; PEO, E.R.; GRABOUSKI, H.A. y DANIELSON, A.D. 1992. Acid steeping of corn and grain sorghum: effect on nutrient digestibility in growing pigs. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 37: 233- 243.

JONDREVILLE, C.; VAN DEN BROECKE, J.; DELPECH, A.; GATEL, F.; BERTIN, J.M.; BEAUX, M.F. y GROSJEAN, F. 1994. Facteurs de variation de la digestibilité iléale des acides aminés des céréales chez le porc charcutier. *Journées Rech. Porcine en France*, 26: 251- 258.

HUISMAN, J. y TOLMAN, G.H. 1992. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: Garnsworthy, P.C.; Haresign, W. y Cole, D.J.A. (Eds.) *Recent Advances in Animal Nutrition 1992*. Butterworth-Heinemann Ltd. pp 3- 31.

KEMM, E.H. y BRAND, T.S. 1996. Grain sorghum as an energy source for growing pigs- review article. *Pigs News and Information*. 17: 87N- 89N.

LIN, F.D.; KNABE, D.A. y TANKSLEY, T.D. 1987. Apparent digestibility of aminoacids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middling for growing pig. *J. Anim. Sci.* 64: 1655- 1663.

LIZARDO, R.; PEINIAU, J. y AUMAITRE, A. 1995. Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary components and activities of pancreatic and intestinal enzymes in the weaned piglet. *Anim. Feed. Sci. and Tech.* 56:67- 82.

METAYER, J.P.; GROSJEAN, F. y CASTAING, J. 1993. Study of variability in French cereals. *Animal Feed Sci. and Tech.* 43:87- 108.

POND, W.G. y MANER, J.H. 1984. *Swine production and nutrition*. AVI Publish Comp. Inc. Connecticut. 731 p.

REICHERT, R.D.; FLEMING, S.E. y SCHWAB, D.J. 1980. Tannin deactivation and nutritional improvement of sorghum by anaerobic storage of H₂O-, HCl-, or NaOH- treated grain. *J. Agric. Food and Chem.*, 28:824- 829.

SAS1990 SAS/STAT User's guide. Version 64^a Edit. SASInstitute, Inc.

TANKSLEY, T.D. y KNABE, D.A. 1984. Ileal digestibilities of amino acids in pig feeds and their use in formulating diets. In: Haresign, W. y Cole, D.J.A. (Eds.) *Recent Advances in Animal Nutrition- 1984*. Butterworth pp 75- 95.

WAREHAM, C.N.; WISEMAN, J. y COLE, D.J.A. 1994. Processing and antinutritive factors in feedstuffs. In: Cole, D.J.A.; Wiseman, J. y Varley, M.A.

(Eds) Principles of pig science. Nottingham University Press, Leicestershire.
pp. 141- 167.