

Cinética de degradación ruminal de granos de sorgo: efecto del genotipo y del ensilado

Curbelo, A.¹; Cajarville, C.¹; Melognio, E.¹; Ortiz, R.¹; Repetto, J.L.²

¹Departamento de Nutrición Animal, ²Departamento de Bovinos, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Lasplacas 1550, Montevideo, Uruguay.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar si el ensilaje como grano húmedo afecta las características de degradabilidad ruminal de granos de sorgo con diferente contenido en taninos. Se utilizaron muestras de 6 chacras comerciales, 3 de un genotipo alto en taninos y 3 de un genotipo bajo en taninos. De cada chacra se realizaron ensilajes del grano en una etapa de maduración temprana (más de 25% de Humedad (H)), y posteriormente se tomaron muestras en una etapa de maduración tardía (con menos de 18% de H) como grano seco. Se determinó la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) y de la proteína bruta (PB) por el método *in situ* utilizando 3 vacas Holando secas canuladas en rumen. La degradabilidad efectiva (DE) fue determinada utilizando dos tasas de pasaje ruminal: 3% y 6% h⁻¹ (DE03 y DE06 respectivamente). La DE de la MS fue superior para los granos ensilados que los secos en ambos genotipos, aunque para el genotipo alto en taninos este efecto fue más notorio (sorgos altos en taninos: grano húmedo vs granos secos DE03 = 73,56 vs 58,48%, P<0.001; y DE06 = 65,25 vs 44,07%, P<0.001); (sorgos bajos en taninos: grano húmedo vs secos fue: DE03 = 75,52 vs 61,73%, P<0.001; y DE06 = 65,19 vs 47,35%, P<0.001). De todos modos el genotipo bajo en taninos mostró una DE más alta comparado con los bajos. La degradabilidad de la PB también fue más alta en los sorgos ensilados.

Palabras clave: degradabilidad ruminal, sorgos, ensilaje, taninos

Abstract

The aim of this work was to evaluate if silage making affects the ruminal degradation characteristics of sorghum grains with different tannin contents. Samples of 6 commercial paddocks were used, 3 of a high tannin-content genotype and 3 of a low tannin-content genotype. Two harvests of sorghum grain were performed in each paddock: in an early stage of maturation (more than 25% moisture) and conserved as high moisture grain silages, and in a late stage of maturation (less than 18% moisture) and conserved as dry grain. Dry matter (DM) and crude protein (CP) ruminal degradability by the *in situ* method was performed using 3 Holstein dry cows fitted with rumen cannula. The effective degradability (ED) was determined using two ruminal outflow rates: 3% and 6% h⁻¹ (ED03 and ED06 respectively). ED of DM was higher for ensiled grains for both genotypes, although for the high tannin-content genotype this effect was more notorious (high tannin grain: ensiled vs dry: DE03 = 73,56 vs 58,48%, P < 0.001 and DE06: 65,25 vs 44,07%, P < 0.001); low tannin grain: ensiled vs dry (DE03: 75,52 vs 61,73%, P < 0.001; and DE06: 65,19 vs 47,35%, P < 0.001). The low tannins genotype showed higher ED compared with high tannin genotype. The degradability of the CP was also higher for ensiled grains.

Introducción

El grano de sorgo (GS) es ampliamente utilizado en la alimentación de rumiantes. No obstante, su valor nutritivo puede ser inferior al de otros cereales, dependiendo principalmente del genotipo (Hibbered et al., 1982) y del tipo de procesamiento (quebrado, molido, ensilado, etc) al que se lo haya sometido. La presencia de taninos en algunos genotipos disminuye la digestibilidad del GS (Maxson, 1973) fundamentalmente al formar complejos indigestibles con proteínas y almidón. El contenido en taninos es variable entre genotipos asociándose los de más alto porcentaje a una menor calidad nutricional del GS, especialmente al disminuir la digestibilidad de las materias anaeróbicas (Doudu et al., 2003). El efecto de los taninos puede verse reducido mediante la fermentación anaeróbica –ensilado- (Mitaru et al., 1984) que se realiza una vez que el grano es cosechado en una etapa temprana de maduración y con un porcentaje de más de 25% de H (ensilaje de grano húmedo). Esta cosecha anticipada podría favorecer el aprovechamiento digestivo del GS ya que al aumentar la madurez disminuye la digestibilidad del almidón de algunos cereales (Philippeau y Michalet-Doreau, 1997). El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferencias en las características de degradabilidad ruminal de dos genotipos de sorgo, uno alto y otro bajo en taninos, ensilado y seco.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron 6 chacras comerciales, de cultivo de sorgo, en el Departamento de Canelones, Uruguay (34° S y 55° O). Tres chacras con un genotipo alto en taninos y las otras tres con un genotipo bajo en taninos. De cada chacra se tomaron muestras de los granos en dos etapas de maduración: en una etapa temprana (más de 25% de H) y en una etapa de maduración tardía (menos de 18% de H). De este modo, se constituyeron 4 tratamientos: AH: genotipo alto en taninos ensilado húmedo, AS: genotipo alto en taninos seco, BH: genotipo bajo en taninos ensilado húmedo y BS: genotipo bajo en taninos seco. Los ensilajes se conservaron en envases herméticos de 15 kg, utilizándose 3 microsilos (repeticiones) para cada tratamiento. Los microsilos se mantuvieron almacenados durante 60 días, luego de los cuales fueron abiertos para elaborarse una muestra única (pool) por tratamiento. Las muestras, tomadas en una etapa de maduración tardía, se conservaron secas. Se determinó la composición química de las muestras correspondientes a cada tratamiento: MS, cenizas (Cen), PB, (A.O.A.C., 1984) y fibra ácido detergente (FAD) (Robertson y Van Soest, 1981) que se resumen en la tabla 1. Las pruebas de degradabilidad ruminal *in situ* fueron realizadas en el Campo Experimental N° 2 de la Facultad de Veterinaria (Departamento de San José, Uruguay). Se utilizaron 3 vacas Holando secas, provistas de cánula ruminal, alimentadas mediante pastoreo directo en una pastura mezclada de gramíneas y leguminosas (11,73% de PB y 35,3% de FAD) y suplementadas con ensilaje de grano húmedo de maíz a razón de 1/3 del total de MS consumida. Para la degradabilidad ruminal, las muestras fueron incubadas frescas en bolsas de poliamida (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA), usando 5 g de MS. Los tiempos de incubación fueron de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hs. Para cada vaca se realizaron dos series de incubaciones en diferentes momentos (una serie = todos los horarios de incubación para los tres tratamientos). La hora cero se determinó mediante el lavado de bolsas sin incubar. Las bolsas fueron lavadas manualmente durante 10 minutos en agua tibia (15 °C) y secadas por 48 h a 65 °C. Sobre el residuo seco se realizaron determinaciones de MS y Proteína Bruta (PB). La desaparición de MS y PB fue ajustada por regresión no lineal para cada muestra y vaca con el modelo de Ørskov y Mc.Donald (1979): $d = a + b(1 - e^{-k_d t})$, donde d (%) es el material desaparecido de la bolsa en el tiempo t, a (%) es la fracción soluble, b (%) es la fracción no soluble potencialmente degradable, k_d (%h⁻¹) es la tasa fraccional de degradación de b. La fracción no degradable (c) fue calculada como 100 - (a + b). La degradabilidad efectiva (DE) (%) fue determinada como $a + (b k_d) / (k_d + k_p)$, utilizando una tasa de salida de partículas del rumen (k_p) de 3 y 6%h⁻¹ (DE03 y DE06 respectivamente). El efecto de los dos momentos de cosecha y los dos genotipos sobre los parámetros de degradación ruminal, la DE03 y DE06 fue analizado mediante GLM de SAS. Las medias fueron comparadas por contrastes ortogonales separando los efectos genotipo y ensilaje y la interacción entre ambos.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se resumen los valores de los parámetros de cinética ruminal, DE03 y DE06 de los GS correspondientes a los 4 tratamientos. En cuanto a la DE de MS se observan valores más altos para los granos ensilados (AH y BH) comparados con los secos (AS y BS) de los dos genotipos. Esta diferencia se podría deber a un efecto del proceso de ensilado sobre la disponibilidad de los constituyentes del grano frente a la degradación ruminal (Owens y Zinn, 2005). El efecto del ensilado es particularmente evidente al comparar los tratamientos AH vs AS que para la DE06 presentó valores de 65,25 vs. 44,07% (P<0.001) representando esta diferencia un incremento en la DE de un 48% sobre el grano seco. Esta influencia del ensilaje sobre el efecto del genotipo se evidencia en la interacción significativa para la fracción b y la velocidad de degradación k_d (P<0.001) (Tabla 2).

De todos modos la DE fue más alta para los genotipos bajos en taninos comparados con los altos, que en el caso de los granos secos mostró los siguientes valores: DE03: 61,73 vs. 58,48% (P<0,001), y DE06: 47,35 vs. 44,07%, (P<0.001). Estos resultados concuerdan con datos reportados por otros autores e indicarían un efecto negativo de taninos en la degradabilidad ruminal de algunos componentes de la MS del GS (Hibbered et al., 1982).

La degradabilidad de PB del GS mostró valores elevados (Nikkhah et al., 2004). Los tratamientos AH y BH fueron los que presentaron DE más altas, indicando un efecto positivo del ensilaje en la degradabilidad de las materias nitrogenadas. Los genotipos bajos en taninos no demostraron, en el presente trabajo, tener una mayor DE de la PB como indican otros autores (Montiel y Elizalde, 2004).

Conclusiones

El ensilaje incrementó la DE de la MS del grano de sorgo comparado con el grano seco, verificándose un mayor incremento en los genotipos altos en taninos. El ensilaje también aumentó la DE de la PB aunque no se verificó una mayor DE para los genotipos bajos en taninos.

Literatura Citada

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 1984. Official methods of analysis (14th Ed.) Washington DC, USA.
- Beta, T.; L. Rooney; L. Marovatsanga and J. Taylor. 2000. Effect of chemical treatments on polyphenols and malt quality in sorghum. *J. Cereal Sci.* 31: 295-302.
- Duodu, K. ; J. Taylor; P. Belton and B. Hamaker. 2003. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J. Cereal Sci.* 38: 117-131.
- Hibbered, C.; R. Wagner; E. Schemm; Jr. Mitchell; R. Hintz and D. Weibel. 1982. Nutritive characteristics of different varieties of sorghum and corn grains. *J. Anim. Sci.* 55: 665-672.
- Maxson, W.; R. Shirley; J. Bertrand and a. Palmer. 1973. Energy values of corn, bird resistant and non-bird resistant sorghum grain in rations fed to steers. *J. Anim. Sci.* 37: 1451-1457.
- Mitaru, B.; R. Reichert and R. Blair. 1984. Kinetics of tannin deactivation during anaerobic storage and boiling treatment of high tannin sorghum. *J. Food Sci.* 49: 1566-1568.
- Montiel, M. y J. Elizalde. 2004. Degradabilidad ruminal de silajes de grano húmedo de maíz y de sorgo con diferentes contenidos de taninos. Congreso Argentino de Producción Animal XXVII. Tandil, Argentina.
- Nikkhah, A.; M. Alikhani and H. Amanlou. 2004. Effects of feeding ground or steam – flaked broom sorghum and ground barley on performance of dairy cows in midlactation. *J. Dairy Sci.* 87: 122-130.
- Ørskov, E. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to a rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 92: 499-503.
- Owens, F. and R. Zinn. 2005. Corn Grain for Cattle: Influence of Processing on Site and Extent of Digestion. *Proc. Southwest Nutr. Conf.* 86-112.
- Owens, F.; D. Secrist; W. Hill and D. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 75: 868-879.
- Philippeau, C. and B. Michalet-Doreau. 1997. Influence of Genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Technology* 68: 25-35.

Tabla 1. Composición química de los granos de sorgo correspondientes a los 4 tratamientos

	MS	Cen	PB	FDA
AH	68,7	1,8	7,6	5,32
AS	84,4	1,9	8,2	8,82
BH	72,3	1,5	8,4	2,64
BS	83,8	1,94	8,5	4,43

MS: % de materia seca ; Cen: cenizas, PB: proteína bruta, FAD: fibra detergente ácido, expresadas como porcentaje de la MS; AH: grano de sorgo alto en taninos húmedo; AS: grano de sorgo alto en taninos seco; BH: grano de sorgo bajo taninos húmedo; BS: grano de sorgo bajo en taninos seco.

Tabla 2. Degradabilidad ruminal de la MS y PB de sorgos bajos y altos en taninos, ensilados y secos

Item	AH	AS	BH	BS	ESM	P		
						A vs B	H vs S	Interacción
Materia seca								
a (%)	42.5	9.24	38.29	11.68	2.334	0.0004	<0.001	0.0526
b (%)	49.14	84.32	60.62	84.51	2.319	<0.001	<0.001	0.0048
k _d (%h ⁻¹)	0.054	0.043	0.048	0.045	0.001	<0.0001	<0.0001	0.0002
c (%)	8.38	6.44	1.08	3.80	0.499	<0.0001	ns	<0.0001
DE03 (%)	73.56	58.48	75.52	61.73	0.974	0.0031	<0.0001	ns
DE06 (%)	65.25	44.07	65.19	47.35	1.334	0.0004	<0.0001	ns
Nitrógeno								
a (%)	40.70	16.79	36.59	17.71	3.201	0.0049	<0.0001	ns
b (%)	53.36	76.88	61.31	76.52	3.569	0.0036	<0.0001	ns
k _d (%h ⁻¹)	0.044	0.039	0.038	0.036	0.002	0.0009	0.0424	ns
c (%)	5.95	6.33	2.10	5.77	0.68	0.0271	0.014	0.024
DE03 (%)	71.94	59.83	70.52	58.90	1.349	0.0007	<0.0001	ns
DE06 (%)	62.83	46.72	60.10	45.98	1.907	0.001	<0.0001	ns

AH: grano de sorgo alto en taninos húmedo; AS: grano de sorgo alto en taninos seco; BH: grano de sorgo bajo taninos húmedo; BS: grano de sorgo bajo en taninos seco; ESM: error estándar de las medias; P: probabilidad; H vs S: probabilidad de lo contraste ortogonal entre húmedo vs seco; A vs B: probabilidad del contraste ortogonal entre altos en taninos vs bajos en taninos; Interacción: probabilidad de interacción humedad x taninos; a: fracción soluble, b: fracción potencialmente degradable no soluble; k_d: tasa de degradación de la fracción b; c: fracción indegradable; DE03 y DE06: degradabilidad efectiva usando k_p de 0.03 y 0.06% h⁻¹ respectivamente; ns: no significativo (P>0.05).