

EFECTO DE PROCESAMIENTO Y EL CONTENIDO DE TANINOS DEL GRANO DE SORGO SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y LA DIGESTIÓN DE LA MATERIA SECA EN RUMIANTES

Ana Bianco*, Verónica Goñi* y Sebastián Oholeguy**. 2000. XVIª Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Montevideo.

*Depto. de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

**Estudiante en tesis de graduación.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Granos](#)

INTRODUCCIÓN

El valor alimenticio del grano de sorgo para rumiantes es intermedio en relación a otros cereales tales como maíz, trigo, cebada, sin embargo presenta ventajas por su bajo costo y desde el punto de vista agronómico es un cultivo resistente a condiciones adversas de tipo de suelo y estrés hídrico. El máximo rendimiento del cultivo se logra cuando se llega a un contenido de humedad del 30%, sin embargo para su conservación como grano seco es necesario llegar hasta un 13 % de humedad como mínimo. Debido a los problemas que existen para lograr estas condiciones a la cosecha, se desarrollaron tecnologías de conservación del grano húmedo ya sea como ensilaje o la conservación con agregado de urea de manera de prevenir el desarrollo de hongos.

La digestión en rumen e intestino se modifica de acuerdo al método de conservación empleado (Hill et al, 1991). La alteración de las características físicas y químicas del grano de sorgo, ya sea por la fermentación o por efecto directo de la urea hidrolizada, y la cosecha antes de completar la madurez, permitirían una mayor degradabilidad ruminal del almidón del grano (Hill et al., 1991), que en el caso del sorgo constituye el 73 % del peso seco (Todorov, 1988).

Una de las características particulares del grano de sorgo esta dada en la capacidad que tienen algunos cultivares de desarrollar cantidades relativamente grandes de taninos condensados, que son polímeros de unidades flavonoides (Zimmer y Cordesse, 1996) y se constituyen, junto con otros compuestos del grano, en factores que deprimen la palatabilidad y digestibilidad (Todorov, 1988), así como el contenido de energía metabolizable (Elkin et al, 1996),

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes métodos de conservación (seco, ensilaje de grano húmedo y conservación con urea) del grano de sorgo sobre el contenido de taninos, grado de conservación, composición química, degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal de híbridos con diferentes contenidos de taninos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos de los granos y obtención de las muestras

El trabajo de campo se llevó a cabo en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía (Canelones), la siembra de los cultivos y la determinación "in situ" de la degradabilidad y digestibilidad intestinal. Se utilizaron dos híbridos de sorgo granífero con contenidos de taninos contrastantes: alto y bajo tanino (AT y BT respectivamente). El grano para ensilar húmedo y conservar con urea se cosechó con una humedad en el entorno del 29 % de humedad. El silo de grano húmedo se realizó a nivel comercial en bolsas de polietileno de 50 ton de capacidad. La conservación con urea se realizó con el grano entero y el agregado de urea a razón de 2 % del peso de seco, en silos malla recubiertos con plastillera y una capa de polietileno de 200 micrones. El resto del grano se cosechó con 17% de humedad y se secó hasta lograr un 14 % de humedad. Los tratamientos que resultan de la combinación de los dos factores estudiados son: grano seco AT (GSAT), grano seco BT (GSBT), ensilaje de grano húmedo AT (GHAT), ensilaje de grano húmedo BT (GHBT), grano húmedo con urea AT (GUAT) y grano húmedo con urea BT (GUBT).

Los silos se muestrearon con calador en la zona central a los 40 días de su elaboración, obteniéndose dos muestras por tratamiento. Las muestras se secaron a 100°C por 12 hs, seguidas de 12 hs a 50 °C, posteriormente se molieron con malla de 2 mm y dos pasadas consecutivas.

Análisis químico

En las muestras secas y molidas se analizó el contenido de PC por Kejhda (AOAC,1984), FDA, FDN y NIDA (Goering y Van Soest, 1979), cenizas y NH₃/NT (AOAC, 1984). Sobre una muestra fresca se determinó pH (Chaney y Marbach (1962) y el contenido de MS en estufa a 60 ° durante 48 hs. Sobre una muestra seca y molida a 0.4 mm se determinó el contenido de taninos por el Test de la Vainillina-HCl, con Catequina como estándar (Price et al., 1978). Los análisis de PC, FDA, NIDA, cenizas y NH₃/NT se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de INIA-La Estanzuela; taninos en el Laboratorio de Granos de INIA-La Estanzuela; pH, FDN y MS en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía.

Ensayos in situ

Se emplearon tres vacas Holando provistas de cánula ruminal y dos de ellas tenían además cánula de duodeno. Los animales no estaban lactando y tenían un peso aproximado de 450 a 480 kg. y se les suministró 10 kg. de MS de heno de alfalfa en dos comidas diarias (8,30 y 16,30 hs) suministrándose además sales minerales, los animales se encontraban estabulados en bretes individuales y tenían libre acceso al agua.

La degradabilidad ruminal se estimó con la técnica "in sacco". Se utilizaron bolsas de nylon de 14*9 cm, (Ankom Tech. Co. NY, con 50 ± 15 µm de tamaño de poro promedio) conteniendo aproximadamente 3g de muestra. Las bolsas se incubaron en el rumen de los tres animales durante 2, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 hs, repitiéndose las mediciones en el tiempo. Además se realizaron los tiempos cero sin incubación en el rumen. Todas las bolsas fueron lavadas con agua fría en lavadora automática y secadas a 60°C durante 48hs. La cinética de degradabilidad de la MS se ajustó por el procedimiento NLIN del SAS (Statical Analysis System, 1998) según el modelo de Oskorv y McDonald (1979): $y = a + b(1 - e^{-(kd*t)})$; en donde **y** es el porcentaje de desaparición de la MS, **a** es la fracción soluble asimilada a los tiempos cero, **b** es la fracción sujeta a la digestión, **kd** es la tasa fraccional de digestión y **t** es el tiempo de incubación. Con los parámetros obtenidos en el ajuste se calculó la degradabilidad efectiva (DE) considerando una tasa de pasaje (kp) de 6% de la siguiente manera: $DE = a + (b*kd) / (kd + kp)$.

La digestibilidad intestinal se determinó empleando la técnica de la "bolsa móvil" (Peyraud et al., 1988). Se emplearon bolsas de 6*7 cm elaboradas con poliéster monofilamento con un tamaño de poro de 50 µm, conteniendo aproximadamente 1.5 g de muestra. Se emplearon 14 bolsas por muestra que se incubaron previamente en el rumen de tres vacas durante 16 hs y posteriormente fueron sumergidas en una solución de HCl 0.01N y pepsina (3g/l) para simular la digestión en abomaso y luego se introdujeron en el intestino delgado de dos vacas (7 bolsas en cada una) y se recogieron en las heces hasta las 24 hs de ser introducidas. En forma paralela se determinó el desaparecido en rumen a las 16 hs, empleando para ello bolsas (14*9 cm) elaboradas con el mismo material monofilamento y 6 réplicas por tratamiento. Las bolsas fueron lavadas de la forma descrita anteriormente. La digestibilidad intestinal de la MS no degradada en rumen (DInMS) se calculó de la siguiente manera: $DIn = (MSND - MSRH) / MSND$; en donde MSND es la MS no degradada en rumen luego de 16 hs de incubación y MSRH es la MS residual de las bolsas recogidas en las heces.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza con el procedimiento GLM del SAS (Statical Analysis System, 1998) teniendo en cuenta un modelo factorial de acuerdo al siguiente modelo: $y_{ij} = x + G_i + C_j + G_i*C_j + e_{ij}$; en donde y_{ij} es el parámetro analizado (composición química, digestibilidad intestinal o degradabilidad MS), **G** es el tipo de grano (AT y BT) y **C** es el método de conservación (seco, silo de grano húmedo y grano húmedo conservado con urea).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química y características fermentativas de los materiales evaluados se presentan en el cuadro 1. No hubo una disminución significativa del contenido de taninos en el tratamiento con urea como ha sido encontrado en otros trabajos (Russell y Lolley, 1989; Price et al., 1979). Estos autores reportan una desactivación casi total de los taninos en grano de sorgo reconstituido para un amplio rango de humedad (26 a 34 %) y niveles de aplicación de urea (2 a 4 % en base seca). La desactivación de los taninos se produce por efecto del álcali producido por la hidrólisis de la urea así como por la sola presencia de agua cuando el grano es reconstituido (Russell y Lolley, 1989), lo que explicaría que en este trabajo fue mas importante el efecto de una mayor humedad (GHAT vs GUAT) que la presencia de urea en la desactivación de los taninos. Por otro lado, la dosis de urea empleada se encuentra en el límite inferior del empleado en los trabajos mencionados y puede resultar insuficiente para la desactivación de los taninos. El contenido de PC, que es mayor en los tratamientos con urea, no alcanza los niveles esperados cuando se adiciona urea, lo cual reafirmaría que la dosis empleada sería menor a la deseable.

De todas maneras la conservación del material fue buena y se refleja en los valores de pH alcanzado que se encuentra dentro del rango que previene el deterioro del grano.

Cuadro 1. Composición química del grano de sorgo conservado

Tratamiento	Taninos	MS	PC	FDA	N-NH ₃ /NT	pH
	% MS	%	-----% MS-----		%	
GSAT	8.0 a	85.8 a	6.4	8.9 b	-	-
GHAT	7.3 b	69.9 c	6.3	9.7 b	3.7	5.5 b
GUAT	7.7 ab	72.4 b	8.0	12.6 a	18.7	8.8 a
GSBT	2.7	87.7 a	7.3	5.8	-	-
GHBT	2.7	69.2 c	6.5	6.1	4.7	4.2 b
GUBT	2.5	75.3 b	8.2	6.7	24.8	9.1 a
Efecto grano	0.0001	0.0004	0.7608	0.0001	0.0123	0.0762
Efecto conser.	0.2304	0.0001	0.0011	0.0006	0.0003	0.0001
Interacción	0.2676	0.0062	0.5818	0.0120	0.0821	0.0007
Medias en cada columna con distinta letra difieren significativamente ($\alpha < 0.05$) dentro de cada tipo de grano (AT y BT).						

La conservación por medio de la fermentación del grano en el GH también fue lograda, encontrándose los valores de pH y N-NH₃/NT dentro de los valores publicados (Romero et al, 1997; Chakling y Brasesco, 1997). La alta concentración de amonio en los tratamientos con urea es producto de la hidrólisis de la urea, por lo cual no se puede interpretar como parámetro clasificatorio de la calidad del alimento.

Los parámetros de degradabilidad ruminal (cuadro 2) muestran que, para los dos híbridos, hay un efecto de la conservación como grano húmedo en aumentar la fracción soluble (a) en relación a los otros métodos estudiados. La fracción potencialmente degradable (b) varía en forma inversa a la soluble, por lo cual es de esperar un valor mas alto en los tratamientos con menor contenido de fracción soluble. El total de la MS degradable está dado por la suma de a+b, en los tratamientos en que a+b es mayor a 100 se vio que la fermentación del alimento en el rumen tiende a tener un tiempo de retardo (tiempo "lag") que el modelo empleado no considera, por lo cual se sobrestiman los parámetros. En cuanto a las tasas de degradación (kd), se manifiesta la misma tendencia al aumento en los GH respecto al grano seco para los dos híbridos. Tanto en la DE como en la DIn se observa una superioridad (p=0.0001) del BT en relación a AT para todos los métodos de conservación.

Cuadro 2. Parámetros de degradabilidad de la MS en rumen, degradabilidad efectiva de la MS y digestibilidad en intestino de la MS no degradada en rumen.

Tratamiento	Parámetros de degradabilidad			DE	DIn
	a (%)	b (%)	kd (/h)	%	%
GSAT	17 b	85 ab	0.029	44 b	44
GHAT	23 a	73 c	0.039	52 a	51
GUAT	17 b	80 bc	0.034	46 b	43
GSBT	24 b	76 b	0.037	51 b	55 b
GHBT	36 a	61 c	0.052	64 a	73 a
GUBT	19 c	94 a	0.030	49 b	64 ab
Efecto grano	0.0001	0.7876	0.0134	0.0001	0.0001
Efecto conser	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0538
Interacción	0.0001	0.0009	0.0972	0.0001	0.6295
Medias en cada columna con distinta letra difieren significativamente ($\alpha < 0.05$) dentro de cada tipo de grano (AT y BT).					

La tendencia encontrada en los parámetros de degradabilidad y la DE en los tratamientos GHAT, GHBT y GUAT son comparables a los de Castillo et al. (1997), sin embargo los valores individuales son mayores a los encontrados en este ensayo: 61.8, 32.6, 22.7 % para a; 0.113, 0.065, 0.052 %/h para kd y 84.1, 51.8 y 43.5 % para DE (para kp = 8%) de GHBT, GHAT y GUAT respectivamente. Entre todos los factores que afectan la degradabilidad, las diferencias pueden estar dadas por el origen de los granos, ya que en el trabajo de Castillo et al. (1997) no se especifica si es cosecha húmeda o grano reconstituido; por el contenido de MS (64%); por la dieta de los animales experimentales (pastoreo de alfalfa) o por la molienda de la muestra, que no se detalla en el trabajo de referencia.

En el caso del grano seco, los valores encontrados por Herrera-Saldana et al. (1990) de a, kd y DE son 1.5 %, 3.71 %/h y 37.6 % respectivamente, las diferencias con este trabajo pueden estar dadas en que no se hace referencia al contenido de taninos del grano empleado, la degradabilidad se estudió hasta las 48 hs y no se incluyó tiempos cero.

En una evaluación realizada con grano de sorgo reconstituido (28% de humedad), grano seco (13 % humedad) y grano húmedo tratado con urea al 2% MS, Hill et al. (1991) estudiaron los sitios de digestión de la MS mediante empleo de marcadores y encontraron que la digestibilidad preduodenal fue diferente ($p < 0.05$) entre tratamientos y los valores de 48, 60 y 58 % y la DIn fue de 49, 55 y 54% para grano seco, reconstituido y con urea respectivamente, valores que indican un comportamiento de los silos con urea superior al grano seco, lo cual no fue observado en este ensayo.

CONCLUSIONES

De los resultados observados se concluye que la conservación del grano ya sea ensilado húmedo o conservado con urea fue correcta durante el período estudiado. Los híbridos AT y BT difirieron claramente en el contenido de taninos, en la concentración de FDA, degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal, lo que condiciona directamente la digestibilidad total y el contenido energético del grano.

El ensilado del grano húmedo en relación al grano seco y la conservación con urea aumenta la degradabilidad del material en el rumen independientemente del contenido de taninos. La digestibilidad intestinal también se ve incrementada en el ensilado húmedo del BT, pero el efecto mas importante está dado por el tipo de grano.

En este ensayo, el agregado de urea no tuvo el impacto esperado en la desactivación de los taninos y la mejoría de los parámetros digestivos, lo cual puede deberse a una dosis baja de urea. Esto último también se refleja en el contenido de PC de los tratamientos con urea que se espera sean mayores a los valores observados.

Finalmente, el material identificado como bajo tanino presenta mejores posibilidades de valorización como alimento para rumiantes a través del ensilado o la conservación con urea.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Centro Regional Sur especialmente al Ing.Agr. Ricardo Mello, Encargado de la Unidad de Lechería y al Ing Agr. Pablo Cracco, Ayudante de la Jefatura de Operaciones, por la colaboración brindada en la ejecución de las tareas de campo y los recursos involucrados. A la Ing.Agr. M^a del Jesús Marichal por el apoyo en el empleo de la técnica de la “bolsa móvil” y al Ing. Agr. Wilfredo Ibáñez por el procesamiento y análisis estadístico de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1984. Official methods of analysis.
- Castillo, A.R., Romero, L.A., Gregoret, R.F. y Gaggiotti, M.C.. 1997. Rev.Arg.Prod.Anim. Vol 17 Sup 1.
- Chakling, D. y Brasesco, R.. 1997. Contrato Plan Agropecuario-Convenio SRRN-INIA. Uruguay
- Chaney, A.L.; Marbach, E.P.. 1962. Clinical Chem. 8 (2): 130-133.
- Elkin, R.E.; Freed M.B.; Hamaker, B.R.; Zhang Y.; y Parsons, C.M..1996. J Agric Food Chem 44:848-853.
- Goering, H.D. y Van Soest, P.J.. 1979. Agr. Handbook N° 379
- Herrera-Saldana, R.E.; Huber, J.T. y Poore, M.H.. 1990. J Dairy Sci 73:2386-2393
- Hill, T.M.; Schmidt, S.P.; Russell, R.W.; Thomas, E.E. y Wolfe, D.F.. 1991. J Anim Sci 69:4570-4576
- Oskorv, E.R. y McDonald, I.. 1979. J Agric Sci Camb 92:499-503.
- Peyraud,J.L.; Genest-RulquinC. ; Verité, R.. 1988. Reprod Nutr Develop 28(suppl1): 129-130.
- Price, M.L.; Van Scoyoc, S. y Butler, L.G.. 1978. J Agric Food Chem 26(5): 1214-1218.
- Romero, L.A.; Comerón, E.A.; Bruno, O.A.; Castillo, A.R. y Gaggiotti, M.C.. 1997. Temas de Producción Lechera. INTA-Rafaela. Argentina
- Russell, R.W. y Lolley, J.R.. 1989. J Dairy Sci 72:2427-2730.
- Todorov. N.A.. 1988. Liv Prod Sci 19:47-95.
- Zimmer, N. y Cordesse R..1996. INRA Prod Anim 9(3):167-179.

[Volver a: Granos](#)