

APROVECHAMIENTO METABÓLICO DEL ALMIDÓN DE GRANOS DE SORGOS CON DIFERENTES NIVELES DE TANINOS SUMINISTRADOS “ENTEROS” A BOVINOS DE RAZA BRITÁNICA DE DISTINTO PESO VIVO

Aníbal Fernández Mayer, Rubén Jersonsky y María Coria. 2006. INTA E.E.A. Bordenave.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Granos y semillas](#)

RESUMEN

La suplementación con granos de sorgo con altos niveles de taninos se está generalizando en toda la región pampeana. Asimismo, se discute en diferentes ambientes la importancia del procesamiento de dichos granos. Este trabajo se diseñó para evaluar 2 hipótesis: a) si la digestibilidad in vivo del almidón, ante el suministro de los granos “enteros” (sin procesar), varía de acuerdo al tamaño o categoría de los animales y b) si la presencia de taninos en dichos granos provoca un incremento de almidón en heces. El ensayo duró 15 días (del 10 al 24/1/06) y se utilizaron 2 tratamientos con una repetición, en un diseño completamente aleatorizado. Se adjudicó un corral a cada animal (unidad experimental): T1: 2 Terneros Angus Colorado de 188.0 +/- 0,5 kg peso vivo (p.v.). T2: 2 Novillitos Angus Colorado de 375.0 +/- 0,3 kg. p. v.. Las dietas “isoenergéticas”, suministradas una sola vez al día (10:00 hs a.m.), estaban compuestas por diferentes proporciones de granos de sorgo con altos y bajos niveles de taninos (GSAT y GSBT), respectivamente; harina de girasol “pelleteada” y heno (rollo) de pastura mixta (ad libitum). La composición nutricional de las 2 dietas fue para T1: 18% proteína bruta (PB) y 2,79 Mcal. Energía Metabolizable (EM)/kg de materia seca (MS); mientras que el T2: 15% PB y 2,79 Mcal EM/kg de MS. Se midió el consumo de MS (ofrecido menos rechazado); digestibilidad in vivo de la MS y del almidón. Y como subproducto de este ensayo se determinó el consumo de agua por kilo de MS consumida. Si bien los resultados son preliminares, se puede adelantar que la digestibilidad in vivo del almidón de los granos “enteros” de los sorgos (GSAT + GSBT) fue mayor en el T1 que en el T2, 74,25 y 66,44% respectivamente. La pérdida total de almidón (equivalente grano) en heces fue mayor en el T2 que en el T1, 33,51 y 24,56 % respectivamente. Mientras que la cantidad de granos “enteros y partidos” encontrados en heces fue mayor con SGAT que con GGBT, 20,44 y 14,93% respectivamente. En tanto, los consumos de agua registrados en ambos tratamientos fueron similares, alrededor de 1,8 +/- 0,02 lts de agua/kg de MS consumida. En forma preliminar, ambas hipótesis fueron aceptadas y consistentes con los resultados obtenidos.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se produjo una disminución de la superficie destinada a ganadería, lo que indica una mayor concentración de animales por unidad de superficie, es decir, una mayor carga animal (Rearte, 2003). Este fenómeno trae aparejado un déficit en el balance de nutrientes, debido a que la oferta de forraje no alcanza a cubrir la demanda energética que tienen los animales.

Una práctica muy frecuente, para cubrir la inadecuada producción forrajera y déficit energético, es la utilización de granos (Santini y Elizalde, 1993). Los resultados productivos que se están obteniendo sumados a los menores costos de implantación y plasticidad para adaptarse a condiciones no tan favorables, muestran al cultivo de Sorgo granífero con grandes perspectivas. Esto explica el crecimiento sostenido de los últimos años en el área de siembra de este cultivo, especialmente en las zonas subhúmedas y semiáridas, donde está desplazando al maíz.

En cuanto al procesado del grano (partido, molido, tratado con calor ó químicamente) que se realiza para mejorar la respuesta animal, existe una amplia discusión. Si bien el procesado mejora la digestibilidad de la materia seca (MS) y del almidón e incrementa la tasa de pasaje de los granos a lo largo del tracto digestivo (Gallean y col., 1976; Huck y col., 1998), se puede producir una acumulación brusca de ácido láctico en el rumen, y con él un descenso excesivo del pH ruminal (acidosis). De ahí, que en aquellos sistemas donde los niveles de consumo de grano superan el 50% de la dieta (base seca) se está aconsejando suministrarlos sin procesar, “enteros o partido grueso”.

Numerosos trabajos concluyen que el procesado del grano dependería de la categoría o tamaño del animal que se esté suplementando. Strizler y Gingins (1983) demostraron que existe una relación inversa entre la masticación de los granos y el peso vivo del animal.

Sin embargo, si el grano de sorgo se entrega entero debido a su tamaño tan pequeño puede pasar intacto por el orificio retículo-omasal y terminar en las heces en una alta proporción sin digerirse (Fernández Mayer y Tomaso, 2003). A esto se suma que el pericarpio intacto del grano entero actúa como un escudo ante el ataque de los microorganismos ruminales dificultando la digestión del mismo (Gagliostro, 2005). Otra dificultad que presentan los granos, especialmente el sorgo, para ser digeridos es la presencia de ciertas proteínas (globulinas y prolaminas) que tienen una baja solubilidad en el licor ruminal.

En el caso del grano de sorgo, otro punto a tener en cuenta, además de la forma de suministro, son los niveles de taninos.

Los taninos condensados son sustancias polifenólicas (Flavonoides 4) que se encuentran en la testa o tegumento del grano y son responsables de caracteres agronómicos deseables tales como: la resistencia del grano al deterioro ambiental, al almacenamiento, al daño por hongos y al ataque por pájaros (Masón y col., 1973), entre otras características positivas. Sin embargo, algunos autores han encontrado una reducción entre el 10 al 30% en la digestibilidad de algunas proteínas (Giorda, 1998). Este tema es, en la actualidad, muy discutido ya que numerosos investigadores, de diferentes partes del mundo, están encontrando una serie de ventajas aportadas por los taninos, en este caso de los granos de

Sorgos ricos en taninos, como ser: control “parcial” de la postura de huevos de los parásitos gastrointestinales, incremento de la proteína pasante al duodeno lo que favorecería una cierta reconstitución de los tejidos intestinales dañados por los parásitos, etc.

HIPÓTESIS

- A) La digestibilidad *in vivo* del almidón de los granos de sorgos “enteros”, con diferentes niveles de taninos, es superior en animales jóvenes que en animales adultos.
- B) Las pérdidas en heces de los granos “enteros” con bajo contenido de taninos (GSBT) son menores a las que se producen con los granos “enteros” ricos en taninos (GSAT). Y a su vez, estas pérdidas se magnifican en los animales de mayor tamaño.

PREDICCIONES

- A) En animales jóvenes el orificio retículo-omasal es más pequeño y, por lo tanto, el grano entero presenta mayor dificultad para pasar, aumentando así el tiempo de masticación (rumia). Esto provoca una mayor salivación y el almidón tiene más posibilidades de estar en contacto con los jugos gástricos y ser digerido.
- B) Los taninos del grano de sorgo forman una película que dificulta el ataque de los microorganismos del rumen. En estas condiciones se puede ver disminuida la digestión del almidón de los granos con altos niveles de taninos en comparación con los de bajo contenido en este parámetro químico.

Por todo lo mencionado anteriormente se diseñó este trabajo para clarificar este tema y poder determinar el grado de aprovechamiento de ambos granos (con alto y bajo contenido de taninos) suministrados “enteros”.

Además, como subproducto de este trabajo, se buscó medir el consumo de agua de ambos tratamientos con la finalidad de verificar si existe alguna correlación con los niveles de taninos en la dieta y determinar, en condiciones experimentales, el consumo de agua por cada kilo de MS de alimento consumido.

MATERIALES Y MÉTODOS

• Lugar

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Cesáreo Naredo (Guaminí), perteneciente a la E.E.A INTA Bordenave.

• Animales

T1: 2 Terneros Angus Colorado de 188.0 +/- 0,5 kg peso vivo (p.v.).

T2: 2 Novillitos Angus Colorado de 375.0 +/- 0,3 kg p.v..

• Dietas

Los concentrados (granos de sorgos “enteros” y la harina de girasol “pelleteada” –PG-) fueron suministrados una sola vez al día, alrededor de las 10:00 hs a.m.. En ese momento se aprovechó a reponer el agua que faltaba en cada bebedero individual. Mientras que en cada uno de los 4 corrales (uno por animal) se colocó un rollo (heno) de pastura –HP-, cuyo consumo fue ad-libitum.

Los ingredientes de las dietas fueron (Cuadro 1):

INGREDIENTE	MATERIA SECA (MS) %	DIGESTIBILIDAD DE LA MS %	PROTEINA BRUTA %	ALMIDÓN %
Grano de sorgo con alto tanino "entero" (GSAT)	89.0	88.7	8.0	56.3
Grano de sorgo con bajo tanino "entero" (GSBT)	90.0	89.1	8.1	62.9
Harina de girasol pelleteada (PG)	91.0	72.4	32.0	0.0
Heno de pastura (HP)	87.0	58.4	10.2	0.0

Las dietas de ambos tratamientos fueron "isoenergéticas". En el Cuadro 2, se muestra la composición nutricional de los mismos:

TRATAMIENTOS	PROTEINA (%)	ENERGÍA (Mcal de EM/kg de MS)	CALCIO (%)	FÓSFORO (%)
1	18	2.79	2.09	5.54
2	15	2.79	1.97	4.42

Referencias: Mcal = Megacaloría EM = Energía Metabolizable

- **Tratamientos**

T1: 2.5 kg. MS GSAT/cab/día + 2.5 kg. MS GSBT/cab/día + 3 kg. MS PG/cab/día + 1 kg. MS HP/cab/día.

T2: 4 kg. MS GSBT/cab/día + 4 kg. MS GSBT/cab/día + 2.5 kg. PG/cab/día + 2 kg. MS HP/cab/día.

- **Duración**

El ensayo se realizó del 10 al 24 de enero de 2006. La duración total fue 15 días, los primeros 12 se utilizaron para el acostumbramiento a las diferentes dietas y los últimos 3 se realizaron los muestreos y mediciones.

- **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con una repetición. Siendo la unidad experimental el animal.

- **Manejo de los animales**

A cada animal se le asignó un corral donde recibió la dieta diaria junto con el agua a voluntad. Los granos de sorgo (con altos y bajos niveles de taninos) correspondiente a cada tratamiento se mezclaron y se suministraron enteros a cada animal.

El primer día del ensayo, ambos tratamientos recibieron 2 kg de concentrado (1 kg de grano de sorgo entero, integrado por 0.5 kg de GSAT y 0.5 kg de GSBT + 1 kg de PG) más el HP a discreción. De ahí en adelante hasta llegar al día 12 del ensayo, se fueron elevando paulatinamente los niveles de los concentrados hasta alcanzar la concentración final de 8 y 10.5 kg/cab/día para el T1 y T2, respectivamente.

- **Muestreo**

Durante los últimos 3 días del ensayo se recolectaron el total de las heces de cada animal, se pesaron y mantuvieron en heladera, formando al final del experimento un pool de heces de 1.5 Kg/animal/tratamiento. El horario de muestreo se mantuvo constante (a las 18 horas del mismo día y a las 8 horas del siguiente día) en los 3 días finales del ensayo.

- **Mediciones**

- ✓ Consumo de MS: por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado por el animal. A partir del pool de heces obtenido de cada animal se separaron, previo mezclado, 3 submuestras de 0.5 kg/animal para realizar las siguientes determinaciones:
- ✓ Digestibilidad *in vivo* de la MS: se determinó por diferencia, en peso seco, del alimento consumido y las heces desecadas (kg/cab/día) a 60°C en estufa durante 48 horas.
- ✓ Digestibilidad *in vivo* del almidón de los granos: se calculó por diferencia (en peso seco) del almidón consumido (dieta) y el almidón detectado en heces. Se analizó en laboratorio una muestra para determinar la concentración de almidón en heces (Mc Rae y Armstrong, 1968).
- ✓ Aprovechamiento de los granos: una submuestra (0.5 kg/animal) se filtró y lavó a través de un tejido de malla especial, con la intención de que sean retenidos los granos de sorgo enteros y partidos para poder contabilizarlos, tanto los de altos como los de bajos niveles de taninos.
- ✓ Consumo de agua: se midió la cantidad de agua que se tenía que agregar en los bebederos hasta llegar a una "marca" (aforo) que previamente se hizo en los mismos. De esta forma se pudo calcular el consumo de agua (en litros) por kg de MS de alimento consumido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Consumo de MS

En el Cuadro 3 se observan los resultados del consumo de MS promedio de los 3 días de muestreo para los dos tratamientos evaluados.

Dieta	T ₁			T ₂		
	O	R	C	O	R	C
Concentrado (GS y PG)	8	0.5	7.5	10.5	0.5	10
HP	1	0	1	2	0	2
Total Consumo			8.5			12

O: ofrecido, R: rechazado, C: consumido, GS: grano de sorgo, PG: pellet de girasol, HP: heno de pastura.

A partir de los resultados presentados en el Cuadro 3, se puede calcular la cantidad de grano de sorgo consumido en ambos tratamientos:

T₁: 4.5 kg. MS de grano de sorgo (2.25 kg. MS GSAT y 2.25 kg. MS GSBT).

T₂: 7.5 kg. MS de grano de sorgo (3.75 kg. MS GSBT y 3.75 kg. MS GSAT).

- Digestibilidad *in vivo* de la MS y del almidón.

En el Cuadro 4 se muestra el peso fresco y seco de las heces.

Tratamientos	Peso fresco de heces (Kg/cab/día)	Peso seco de heces (Kg/cab/día)*	%MS
T ₁	6.9	2.41	34.9
T ₂	10.96	3.4	31.02

*Peso seco de heces = (%MS * peso fresco de heces)/100.

No se detectaron diferencias significativas en la de digestibilidad *in vivo* de la MS de los tratamientos evaluados (Cuadro 5).

Tratamientos	Consumo de MS (Kg/cab/día)	Heces (Kg MS/cab/día)	% Digestibilidad <i>in vivo</i> de la MS*
T ₁	8.5	2.41	71.64
T ₂	12	3.4	71.66

*% Digestibilidad *in vivo* de MS = (Consumo de MS - peso seco de heces) / Consumo de MS.

La concentración de almidón en heces fue de 28.7 y 43.9 gramos de almidón por kilo de MS de heces, para el T₁ y T₂ respectivamente.

A partir de esta información se pudo calcular el contenido total de almidón en heces por tratamiento (Cuadro 6).

Tratamientos	Heces (Kg MS/cab/día)	Almidón en heces (Kg/cab/día) ¹
T ₁	2.41	0.69
T ₂	3.4	1.50

¹Kg MS de heces/cab/día * % de almidón.

En el T₁ se observó una mayor digestibilidad *in vivo* del almidón respecto al T₂ (Cuadro 7).

Cuadro 7: Digestibilidad *in vivo* del almidón.

Tratamientos	Consumo de almidón (Kg/cab/día) ¹	Almidón en heces (Kg MS/cab/día) ²	Digestibilidad <i>in vivo</i> del almidón (%) ³
T ₁	2.68	0.69	74.25
T ₂	4.47	1.5	66.44

¹Kg de grano * % de almidón²Kg de MS heces * % de almidón³Digestibilidad *in vivo* del almidón = (Consumo de almidón- contenido de almidón en heces)/ Consumo de almidón.

Varios autores encontraron que la digestión del almidón en duodeno esta limitada a 600-650 gramos/día (Russell et al,1981). La explicación de la digestión incompleta del almidón en el intestino delgado en rumiantes se debería, entre otras cosas, a una producción inadecuada de enzimas, la presencia de una matriz proteica alrededor de los gránulos de almidón y a un pH intestinal subóptimo para la actividad de la amilasa (Owens et al,1986).

De acuerdo a estos estudios, se explicaría la menor digestibilidad del almidón en el T₂ respecto a la del T₁, ya que en el 2º tratamiento los animales tuvieron una mayor ingesta de grano, por ende, de almidón. El resto de este nutriente, en ambos casos, terminó en las heces.

En el cuadro 8 se muestran las pérdidas de granos (GSAT + GSBT) en heces, medido a través de la cantidad de almidón (kg MS) que se detectó en heces en cada tratamiento, transformándolo en equivalente grano al dividirlo por la concentración de este parámetro químico que tuvieron dichos granos.

Cuadro 8: Concentración de almidón y Porcentaje de granos perdidos en heces.

Tratamientos	Concentración de almidón por kilo de MS de heces ¹ %	Proporción de almidón (granos) en heces respecto al almidón (granos) consumido ² %
T ₁	28.7	25,75
T ₂	43.9	33,56

¹ Porcentaje de almidón en la MS de las heces²(Kg de almidón (equivalente grano) en heces*100)/Kg de almidón (aportados por los granos) consumido.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 8, en el T₁ el **25,75 %** del grano consumido se perdió en las heces, mientras que en el T₂, las pérdidas fueron del orden del **33,56 %**.

Estos resultados, también, son coherentes con lo mencionado en el párrafo anterior. A medida que se incrementa el consumo de grano, como habría un límite fisiológico de aprovechamiento, aumentarían las pérdidas de los mismos en heces, sin digerir.

En el Cuadro 9 se observa un mayor aprovechamiento del GSBT con respecto al GSAT en ambos tratamientos.

Cuadro 9: Porcentaje de granos con y sin taninos rescatados "enteros y partidos" en las heces respecto a la cantidad de granos consumidos para ambos tratamientos.

TRATAMIENTOS	GSAT en heces (%)	GSBT en heces (%)	Cantidad total de granos "enteros y partidos" en heces por tratamiento %
1	18,06	11,80	14,93
2	24,84	16,04	20,44
MEDIA	21,45	13,92	17,68

Esto estaría indicado que existió un mayor aprovechamiento del grano de sorgo, con altos y bajos niveles de taninos, en los terneros que en los novillitos. Estos resultados son consistentes a lo hallado por Pordomingo y col., 2002, en cuyo trabajo se registraron mayores pérdidas de grano en heces en novillos que en novillitos. A su vez, se observaron mayores pérdidas en heces de los GSAT que de los GSBT.

La diferencia entre la cantidad de granos "enteros y partidos" y el nivel de almidón total hallado en heces, transformados a equivalente grano como se mencionara más arriba, muestra la cantidad de almidón que estaba distribuido en las heces "sin ser detectado a simple vista" (Cuadro 10). Dicha diferencia fue 10,63 y 13,12 % para T₁ y T₂, respectivamente .

Cuadro 10: Diferencia entre los granos "enteros y partidos" y el nivel de almidón encontrado en heces (trasformado a equivalente grano) en ambos tratamientos

TRATAMIENTOS	Granos enteros y partidos en heces (%)	Total de Almidón en heces ¹ (%)	Diferencia ² %
1	14,93	25,56	10.63
2	20.44	33,56	13.12

1: expresado en equivalente grano.

2: Diferencia entre los granos (enteros y partidos) y el almidón en heces.

• CONSUMO DE AGUA

En este trabajo, se observó un consumo similar de agua en ambos tratamientos, alrededor de 1.8 +/- 0,02 lts/kg de MS consumida (Cuadro 11). Y no se encontró ninguna relación con los niveles de taninos de los granos.

Cuadro 11. Consumo de agua por cabeza y por kg de MS para ambos tratamientos.

	litros/cabeza	litros/ kg MS
T ₁	15.65	1.84
T ₂	21.65	1.80

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Las dos hipótesis planteadas fueron aceptadas y consistentes con los resultados de este trabajo:

1. La digestibilidad *in vivo* del grano de sorgo entero fue mayor en animales jóvenes que en animales adultos.
2. El grano de sorgo suministrado entero con bajos taninos tuvo un mayor aprovechamiento que el grano con altos taninos.

AGRADECIMIENTOS

Al Semillero "La Tijereta" por el suministro de los granos de sorgo.

Al Ing. Agr. Diego Chiatellino por el suministro del suplemento proteico.

LITERATURAS CITADAS

- FERNANDEZ MAYER, A. y TOMASO, J. C. 2003. Sistemas de engorde intensivo. Ed. INTA. N° 7, 2: 21-30.
- GALYEAN, M. L., WAGNER, D. G y JHONSON, R. R. 1976. Site and extent of starch digestion in steers fed processed corn rations. J. Anim. Sci. 43: 1088-1101.
- GIORDA, L. 1998. Modelo de alta producción en sorgo. Forrajes y Granos Journal. Ed. Forum Arg. de Forrajes SRL. 35: 16-22.
- HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; KUHL, G. L.; ECK, T. P. y BOLSEN, K. K. 1998. Effects of feeding combinations of steam-flaked grain sorghum and steam-flaked, high-moisture, or dry rolled corn on growth performance and carcass characteristics in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 76: 2984-2990.
- MACRAE, J. E. y AMSTRONG, D. G. 1968. Enzyme method for determination of alpha-linked glucose polymers in biological materials. J. Sci. Food Agric. 19: 578.
- MAXSON, W. E.; SHIRLEY, R. L.; BERTRAND, J. E. Y PALMER, A. Z. 1973. Energy values of corn, bird resistant and non bird resistant sorghum grain in rations feed to steers. J. Anim. Sci. 37: 1451-1457.
- OWENS, F.N., ZINN, R.A, and KIM, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. J. Anim. Sci. 63: 1634-1648
- PORDOMINGO, A.J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N. A.; AZCÁRATE, M. P. 2002 Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Ed. INTA. Vol. 31, 1: 1-22.
- REARTE, D. 2003. El futuro de la ganadería Argentina. www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganadería/bovinos/carne/rearte.htm
- RUSSELL, J.R., YOUNG, A.W. and JORGENSEN, N.A. 1981. Effects of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. J. Anim. Sci. 52: 1177-1182
- SANTINI, F. J. y ELIZALDE, J.C. 1993. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. Rev. Arg. Prod. Anim. 13: 39-60.
- STRIZLER, N. P. y GINGINS, M. A. 1983. Efecto del tamaño del animal sobre la masticación de los granos. Rev. Arg. Prod. Anim. 10: 115-119.

[Volver a: Granos y semillas](#)