

# Aprovechamiento metabólico de granos de sorgo “entero” con diferentes niveles de taninos suministrados a novillos Británicos de diferentes peso vivo

Aníbal Fernández Mayer<sup>1</sup>, Rubén Jersonsky<sup>1</sup> y María Coria<sup>1</sup>

## 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 “molido” de dichos granos. Este trabajo se diseñó para evaluar 2 hipótesis: a) si la digestibilidad *in vivo* de los almidones, 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 las pérdidas de almidón en heces. Para ello, se utilizaron 2 tratamientos con una repetición, en un diseño completamente aleatorizado, adjudicándole un corral a cada animal (unidad experimental): T<sub>1</sub>: 2 Novillos Angus Colorado de 188.0 +/- 0,5kg peso vivo (p.v.). T<sub>2</sub>: 2 Novillos 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 grano de sorgo con alto y bajo nivel 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 T<sub>1</sub>: 18% proteína bruta (PB) y 2,79 Mcal. Energía Metabolizable (EM)/kg de materia seca (MS); mientras que el T<sub>2</sub>: 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 de los almidones. Y como subproducto de este ensayo se determinó el consumo de agua por kilo de MS consumida. Si bien los resultados son preliminares, pero se puede adelantar que la digestibilidad *in vivo* de almidón de los granos “enteros” de los sorgos (GSAT + GSBT) fue mayor para el T<sub>1</sub> que en el T<sub>2</sub>, 74,25 y 66,44% respectivamente. La pérdida total de almidón (granos) en heces fue mayor en el T<sub>2</sub> que en el T<sub>1</sub>, 43,6 y 35,8 % respectivamente. Mientras que los granos “enteros y partidos” rescatados en heces fueron mayores para los SGAT respecto a los SGBT, 38,72 y 33,94% respectivamente. En tanto, los consumos de agua registrados en ambos tratamientos fueron similares, alrededor de 1,8 lts de agua/kg de MS consumida. Se concluye en forma preliminar, que ambas hipótesis fueron aceptadas y consistentes con los resultados obtenidos.

1)Técnicos de EEA INTA Bordenave. [afmayer56@yahoo.com.ar](mailto:afmayer56@yahoo.com.ar)

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se produjo una disminución de la superficie destinada a ganadería, lo que indica una mayor cantidad de animales por unidad de superficie (Rearte, 2003). En estas condiciones, la oferta de forraje de muchos Sistemas de Producción puede no satisfacer la demanda de nutrientes requerida por los animales.

Una de las prácticas más frecuentes para cubrir la inadecuada producción forrajera es la utilización de granos (Santini y Elizalde, 1993). Los resultados productivos que se están obteniendo sumados a los menores costos de implantación y la plasticidad para adaptarse a condiciones no tan favorables, muestran al cultivo de Sorgo granífero con grandes perspectivas. El crecimiento sostenido en el área de siembra, especialmente en las zonas subhúmedas y semiáridas, desplazando al maíz es una forma de medir su evolución.

Con respecto a las formas de suministro de los granos al ganado vacuno, existen varias alternativas (entero, partido, tratado con calor ó químicamente, etc.). Si bien el procesado de los granos 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), para evitar una acumulación brusca de ácido láctico en el rumen, y con él un descenso excesivo del pH ruminal (acidosis), se está aconsejando el suministro de los granos sin procesar, “enteros o partido grueso”, especialmente, cuando los niveles de consumo de grano superan el 50% de la dieta (base seca).

El procesado del grano podría depender de la categoría de animal a la 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 a la presencia de ciertas proteínas (globulinas y prolaminas) poco solubles en el licor ruminal.

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

Los taninos condensados son sustancias polifenólicas (Flavonoides 4) que se encuentran en la testa 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 bajo determinadas condiciones resistencia 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 los Sorgos Graníferos “taninosos”, como ser: control “parcial” de la postura de huevos de los parásitos gastrointestinales, incremento de la proteína pasante al duodeno, reconstitución de los tejidos intestinales dañados por los parásitos, etc.

#### HIPÓTESIS

- A) La digestibilidad *in vivo* del almidón de los granos de sorgos “enteros” (GSAT + GSBT) es mayor en animales jóvenes en comparación con novillos de mayor peso vivo.
- B) Las pérdidas en heces de los granos de sorgo “enteros” con bajo tanino (GSBT) son menores a las que se producen con los granos “enteros” con alto contenido (GSAT). Y a su vez, estas pérdidas se magnifican con 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 alto tanino en comparación con los granos de sorgo con 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 EEA INTA Bordenave.

- Animales

T<sub>1</sub>: 2 Novillos Angus Colorado de 188.0 +/- 0,5 kg peso vivo (p.v.).

T<sub>2</sub>: 2 Novillos Angus Colorado de 375.0 +/- 0,3 kg p.v..

- Dietas

Los concentrados (granos de sorgos “enteros” y la harina de girasol “pelleteada”) 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, cuyo consumo fue ad-libitum.

Los ingredientes de las dietas fueron (Cuadro 1):

**Cuadro 1: Ingredientes de las dietas**

INGREDIENTE	MATERIA SECA (MS) %	DIGESTIBILIDAD DE LA MS %	PROTEÍNA BRUTA %	ALMIDÓN %
<b>Grano de sorgo con alto tanino “entero” (GSAT)</b>	<b>89.0</b>	<b>88.7</b>	<b>8.0</b>	<b>56.3</b>
<b>Grano de sorgo con bajo tanino “entero”</b>	<b>90.0</b>	<b>89.1</b>	<b>8.1</b>	<b>62.9</b>

(GSBT)				
<b>Harina de girasol pelleteada (PG)</b>	<b>91.0</b>	<b>72.4</b>	<b>32.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Heno de pastura (HP)</b>	<b>87.0</b>	<b>58.4</b>	<b>10.2</b>	<b>0.0</b>

Los dos tratamientos recibieron las siguientes dietas “isoenergéticas” (Cuadro 2):

**Cuadro 2: Concentración nutricional de los diferentes tratamientos.**

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

Referencias: Mcal = Megacaloría      EM = Energía Metabolizable

- Tratamientos

T<sub>1</sub>: 2.5 kg/cab/día GSAT + 2.5 kg/cab/día GSBT + 3 kg/cab/día PG + 1 kg/cab/día HP.

T<sub>2</sub>: 4 kg/cab/día GSAT + 4 kg/cab/día GSBT + 2.5 kg/cab/día PG + 2 kg/cab/día HP.

- Duración

El ensayo tuvo una duración de 15 días en total, durante los primeros 12 días se utilizaron para el acostumbramiento a la dieta y los últimos 3 días 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 (alto y bajo tanino) 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 T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, 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. El horario de muestreo se mantuvo constante (a las 18 horas del mismo día y a las 8 horas del siguiente día) a lo largo de todo el 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 MS: se determinó por diferencia de peso seco del alimento consumido y el de las heces desecadas (kg/cab/día) a 60°C en estufa durante 48 horas.

- ✓ Digestibilidad *in vivo* del almidón del grano: se calculó como la diferencia entre el 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 del grano: la submuestra 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 alto como los de bajo tanino.

- ✓ Consumo de agua: se midió la cantidad de agua que se agregó en los bebederos hasta llegar a una “marca” (aforo) que previamente se hizo en los mismos. De esta forma se calculó en base al agua agregada todos los días el consumo en litros de agua por kg de MS del 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.

**Cuadro 3. Composición de la dieta para los terneros (T<sub>1</sub>) y para los novillos (T<sub>2</sub>).**

Dieta	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>		
	O	R	C	O	R	C
Concentrado (GS y PG)	8	0.5	7.5	10.5	0.5	10

<b>HP</b>	1	0	1	2	0	2
<b>Total Consumo</b>			<b>8.5</b>			<b>12</b>

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:

T<sub>1</sub>: 4.5 Kg de grano de sorgo (2.25 Kg GSAT y 2.25 Kg GSBT).

T<sub>2</sub>: 7.5 Kg de grano de sorgo (3.75 Kg GSBT y 3.75 Kg GSAT).

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

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

**Cuadro 4. Concentración de materia seca (MS) de las heces**

Tratamientos	Peso fresco de heces (Kg/cab/día)	Peso seco de heces (Kg/cab/día)*	%MS
T <sub>1</sub>	6.9	2.41	34.92
T <sub>2</sub>	10.96	3.4	31.02

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

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

**Cuadro 5. Digestibilidad *in vivo* de la MS.**

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

\*% 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 estos datos se calculó el contenido total de almidón en heces (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Contenido de almidón en heces.

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

<sup>1</sup>Kg MS de heces/cab/d \* % de almidón.

En el T<sub>1</sub> se observó una mayor digestibilidad *in vivo* del almidón respecto al T<sub>2</sub> (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Digestibilidad *in vivo* del almidón.

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

<sup>1</sup>Kg de MS heces/% de almidón

<sup>2</sup> Digestibilidad *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 matrix 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 T<sub>2</sub> respecto a la del T<sub>1</sub>, ya que en el 2° 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 la 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 grano perdido en heces.

<b>Tratamientos</b>	<b>Concentración de almidón por kilo de MS de heces <sup>1</sup></b> %	<b>Proporción de almidón (grano) en heces respecto al almidón (grano) consumido<sup>2</sup></b> %
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>28.7</b>	<b>35.8</b>
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>43.9</b>	<b>43.6</b>

<sup>1</sup> Porcentaje de almidón en la MS de las heces

<sup>2</sup>(Kg de almidón (grano) en heces\*100)/Kg de almidón (grano) consumido.

Según lo que muestra el Cuadro 8, en el T<sub>1</sub> el **35.8%** del grano consumido se perdió en las heces, mientras que en el T<sub>2</sub>, las pérdidas fueron del orden del **43,6%**.

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

**Cuadro 9.** Porcentaje de grano con y sin taninos rescatados “enteros y partidos” en las heces respecto a la cantidad de grano consumido para ambos tratamientos.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>GSAT en heces (%)</b>	<b>GSBT en heces (%)</b>
<b>1</b>	34..5	29.84
<b>2</b>	42..93	38.04
<b>MEDIA</b>	<b>38.72</b>	<b>33.94</b>

Esto estaría indicado un mayor aprovechamiento del grano de sorgo, con alto y bajo tanino, de los novillitos con respecto a los novillos. Estos resultados son coincidentes a lo hallado por Pordomingo y col., 2002, en cuyo trabajo se registraron mayores pérdidas de grano en heces en novillos que en novillitos.

- CONSUMO DE AGUA

**Cuadro 10.** Consumo de agua por cabeza y por kg de MS para ambos tratamientos.

	<b>litros/cabeza</b>	<b>litros/ kg MS</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	15.65	1.84
<b>T<sub>2</sub></b>	21.65	1.8

Según estos resultados, en ambos tratamientos se observó un consumo similar de agua, alrededor de 1.8 lts/kg de MS consumida (Cuadro 10).

## CONCLUSIONES PRELIMINARES

Las dos hipótesis planteadas en este trabajo se corroboraron:

- la digestibilidad *in vivo* del grano de sorgo entero fue mayor en animales jóvenes en comparación con novillos de mayor peso vivo.
- el grano de sorgo suministrado entero con bajo tanino tuvo un mayor aprovechamiento que el grano con alto tanino.

## 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 rumiant small intestine.J.Anim.Sci.63:1634-1648
- PORDOMINGO, A.J.; JONAS, O.; ADRA, M; JUAN, N. A.; AZCÁRATE, M. P. 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](http://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.