

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

## Aprovechamiento metabólico de granos de sorgo entero con diferentes contenidos de taninos en novillos británicos

### *Metabolic utilization of whole sorghum grains with different tannin contents in British steers*

A. E. Fernández, R. Jersonsky y María Coria

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)  
Ruta Provincial 76 km 36,5 (8187) Buenos Aires, Argentina  
Correo electrónico: afmayer56@yahoo.com.ar

**RESUMEN:** Se evaluó la digestibilidad *in vivo* del almidón (DIVA) del grano de sorgo entero, con altos y bajos contenidos de taninos (GSAT y GSBT, respectivamente), como suplemento, en machos bovinos en crecimiento; así como las pérdidas en heces y el efecto diferencial de estas pérdidas, según el contenido de taninos. Se establecieron dos tratamientos ( $T_1$  y  $T_2$ ) y dos repeticiones. Se empleó un diseño totalmente aleatorizado y cada animal constituyó una unidad experimental. Las dietas se suministraron una vez al día y estaban compuestas por diferentes proporciones de GSAT y GSBT, *pellet* de harina de girasol y heno de pastura mixta. El nivel proteínico fue de 18 y 15 % para el  $T_1$  y el  $T_2$ , respectivamente. Se midió el consumo de MS (CMS), la digestibilidad *in vivo* de la MS (DIVMS), la DIVA y el consumo de agua por kilogramo de MS consumida. El CMS fue de 8,5 y 12,0 kg para el  $T_1$  y el  $T_2$ , respectivamente, mientras que la DIVMS fue similar (71,64 y 71,66 %). La DIVA fue mayor en  $T_1$  (74,25 vs. 66,67 %); mientras que la pérdida de almidón en heces lo fue en  $T_2$  (31,56 vs. 27,27 %). El consumo de agua fue similar (1,8 L de agua/kg de MS). Se concluye que hubo un comportamiento diferenciado en el aprovechamiento del grano de sorgo entero, debido al tamaño del animal y a los diferentes contenidos de taninos. Los terneros aprovecharon el 33 % de la oferta, y los novillos, el 25 %.

*Palabras clave:* almidón, digestibilidad, heces

**ABSTRACT:** The *in vivo* digestibility of starch (IVDS) of the whole sorghum grain, with high and low tannin contents (SGHT and SGLT, respectively), as supplement, was evaluated in growing British males (Red Aberdeen Angus); as well as the losses in feces and the differential effect of these losses, according to the tannin content. Two treatments ( $T_1$  and  $T_2$ ) and two repetitions were established. A completely randomized design was used and each animal constituted an experimental unit. The diets were supplied once per day and were composed by different proportions of SGHT and SGLT, sunflower meal pellet and mixed pasture hay. The protein level was 18 and 15 % for  $T_1$  and  $T_2$ , respectively. The dry matter intake (DMI), *in vivo* dry matter digestibility (IVDMD), IVDS and water intake per kilogram of consumed DM, were measured. The DMI was 8,5 and 12,0 kg for  $T_1$  and  $T_2$ , respectively, while the IVDMD was similar (71,64 and 71,66 %). The IVDS was higher in  $T_1$  (74,25 vs. 66,67 %); while the starch loss in feces was higher in  $T_2$  (31,56 vs. 27,27 %). The water intake was similar (1,8 L of water/kg DM). It is concluded that there was a differentiated performance in the utilization of the whole sorghum grain, due to the size of the animal and the different tannin contents. The calves utilized 33 % of the grain offer and the steers, 25 %.

*Key words:* digestibility, feces, starch

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas pastoriles de los últimos años –en Argentina y otros países– se ha incrementado el suministro de granos de cereal, con el fin de

aumentar la producción de carne individual y por hectárea. Este último indicador se produce debido al aumento de la carga animal, cuando se sustituye el pasto por el grano (Rearte, 2010).

Los resultados productivos alcanzados, unido a los menores costos de implantación y a la plasticidad que presenta el sorgo granífero para adaptarse a condiciones desfavorables, demuestran que este cultivo tiene grandes perspectivas en la ganadería (Cordes, 2008).

En cuanto a las formas de suministro del grano al ganado vacuno, existen varias alternativas: entero, partido, tratado con calor o químicamente, entre otras. Si bien el procesado de los granos mejora la digestibilidad de la materia seca y del almidón, e incrementa la tasa de pasaje a lo largo del tracto digestivo (Santini, 2004), para evitar la acumulación brusca de ácido láctico en el rumen y, con ello, el descenso excesivo del pH ruminal (acidosis), se recomienda el suministro de los granos sin procesar (enteros o partidos gruesos) especialmente cuando los niveles de consumo superan el 50 % de la dieta en base seca (Fernández Mayer y Tomaso, 2003).

El procesado del grano podría depender de la categoría de animal que se esté suplementando. En este sentido, Stritzler (2008) demostró 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 puede pasar intacto por el orificio retículo-omasal y terminar en las heces, sin digerirse, en una alta proporción, lo que se debe a su pequeño tamaño (Rearte, 2003; Fernández Mayer *et al.*, 2012). A ello se suma que el pericarpio intacto del grano entero actúa como un escudo ante el ataque de los microorganismos ruminales y ello dificulta su digestión (Gagliostro y Gaggiotti, 2002).

Además de la forma de suministro, se debe tener en cuenta el contenido de taninos. Los taninos condensados (proantocianidinas) son polímeros no ramificados de hidroxiflavonoles (Reed, 1995), que se encuentran en la testa del grano y son responsables de caracteres agronómicos deseables, tales como: su resistencia al deterioro ambiental, al almacenamiento, al daño por hongos y, en determinadas condiciones, al ataque de los pájaros (Makkar, 2003; Massigoge *et al.*, 2009). Sin embargo, algunos autores han encontrado una reducción del 10 al 30 % en la digestibilidad de algunas proteínas (globulinas y prolaminas), las cuales son poco solubles en el licor ruminal (Giorda, 2008; Giorda y Cordes, 2009).

Por otra parte, se han informado algunas de las ventajas de los taninos, tales como: el control parcial de la postura de huevo de los parásitos gastrointestinales, el incremento de la proteína pasante al duodeno,

la reconstitución de los tejidos intestinales dañados por los parásitos, entre otras (Min y Hart, 2003).

Debido a la importancia del tema, los objetivos de este estudio fueron: evaluar la digestibilidad *in vivo* del almidón del grano de sorgo entero, con altos y bajos contenidos de taninos (GSAT + GSBT), en animales jóvenes y en novillos; así como determinar las pérdidas en heces de los granos de sorgo enteros en estos animales (con diferente peso vivo) y el efecto diferencial de estas pérdidas, según el contenido de taninos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el campo experimental Cesáreo Naredo (Guaminí), perteneciente al INTA Bordenave (Buenos Aires, Argentina), con machos de raza británica (Aberdeen Angus colorado) en crecimiento. El ensayo tuvo una duración de 15 días (12 días de adaptación a las dietas y tres días de toma de datos).

Se utilizaron dos tratamientos, con dos animales (repeticiones) de igual peso vivo y origen genético cada uno; se tuvo en cuenta la baja variabilidad en la respuesta metabólica a los taninos (Fernández –INTA Balcarce–, comunicación personal).

- T<sub>1</sub>: 2 terneros de 188,0 ± 0,5 kg de PV
- T<sub>2</sub>: 2 novillos de 375,0 ± 0,3 kg de PV

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial y dos categorías de animal por dos dietas. La unidad experimental utilizada en este ensayo fue el animal.

Las dietas isoenergéticas (2,79 Mcal de EM/kg de MS, tabla 1) se formularon según el NRC (2001) y estaban compuestas por grano de sorgo sin procesar, *pellet* de harina de girasol (HG) y heno de pastura (HP) (tabla 2), suministrados una sola vez al día (10:00 a. m.). La composición en base fresca fue la siguiente:

- 2,5 kg de GSAT /animal/día + 2,5 kg de GSBT /animal/día + 3 kg de HG /animal/día + HP *ad libitum*, para T1.
- 4 kg de GSAT /animal/día + 4 kg de GSBT/animal/día + 2,5 kg de HG /animal/día + HP *ad libitum*, para T2.

A cada animal se le asignó un corral, en el que recibió la dieta diaria y agua a voluntad. Los granos de sorgo correspondientes a cada tratamiento se mezclaron y se suministraron enteros (tablas 1 y 2). En el mismo momento en que se suministraba el alimento se reponía el agua que faltaba en cada bebedero.

Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de INTA Bordenave, según las siguientes

Tabla 1. Concentración nutricional de los tratamientos.

Tratamiento	PB (%)	Energía metabolizable (Mcal/ kg de MS)	Calcio (%)	Fósforo (%)
T <sub>1</sub>	18,00	2,79	2,09	5,54
T <sub>2</sub>	15,00	2,79	1,97	4,42
EE (±)	1,48*	0,001	0,59	1,05*

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955).

\* $p < 0,05$

Tabla 2. Características bromatológicas de las dietas.

Dieta	MS (%)	DMS (%)	PB (%)	Almidón (%)
Grano de sorgo entero con alto contenido de taninos (GSAT)	89,0 (0,21)	88,7 (0,11)	8,0 (0,37)	56,3 (0,41)
Grano de sorgo entero con bajo contenido de taninos (GSBT)	90,0 (0,28)	89,1 (0,35)	8,1 (0,42)	62,9 (0,25)
EE (±)	1,85	1,54	1,88	0,09
Significación	NS	NS	NS	NS
<i>Pellet</i> de harina de girasol (HG)	91,0 (0,71)	72,4 (0,54)	32,0 (0,88)	0,0
Heno de pastura (HP)	87,0 (0,65)	58,4 (0,55)	10,2 (0,41)	0,0

(± DS)

técnicas: MS (AOAC, 1995), proteína bruta o cruda (N total x 6,25) (AOAC, 1995), digestibilidad de la MS (Tilley y Terry, 1963, modificado. Método de acidificación directa) y almidón (AOAC, 1995. Método No. 168. Enzimas: amiloglucosidasa alfa. Método de la amilasa).

Para el análisis de los datos se aplicó un ANOVA y las medias se compararon mediante el test de Duncan (1955) al 5 %, con el empleo del SAS (2005).

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 HG) más el HP a discreción. Hasta el día 12 del ensayo, los niveles de los concentrados se elevaron paulatinamente hasta alcanzar la concentración final de 8 y 10,5 kg/animal/día para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, respectivamente. Durante los últimos tres días, se recolectó el total de heces de cada animal, dos veces al día (8:00 a. m. y 6:00 p. m.). Después se pesó y se mantuvo en heladera. Al final del experimento, se extrajo una muestra representativa (1,5 kg/animal/tratamiento) para analizarla en el laboratorio.

#### Mediciones

Del *pool* de heces de cada animal se separaron, antes del mezclado, tres submuestras de 0,5 kg/animal, para realizar las siguientes determinaciones:

- La DIVMS se determinó mediante la diferencia del peso seco del alimento consumido y el total de las heces desecadas (kg/animal/día), a 60 °C en estufa, durante 48 h.
- La DIVA del grano se calculó a partir de la diferencia entre el almidón consumido (dieta) y el detectado en el total de heces. En el laboratorio se analizó una muestra, para determinar la concentración de almidón en las heces.
- En el caso del aprovechamiento del grano de sorgo, se filtró y lavó una submuestra de heces a través de un tejido de malla especial, para facilitar la retención y contabilización de los granos enteros y partidos

Además se estimó:

- El consumo de MS, mediante la diferencia entre la oferta y el rechazo.
- El consumo de agua, a partir de la medición de la cantidad que se agregó en los bebederos, hasta llegar a la marca (aforo) que se había hecho previamente. De esta forma, se calculó el consumo de litros de agua por kilogramo de MS del alimento consumido, con base en el agua agregada diariamente.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de MS promedio de los tres días de muestreo para los dos tratamientos evaluados se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Consumo de la dieta por los terneros (T<sub>1</sub>) y los novillos (T<sub>2</sub>).

Dieta	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>		
	Oferta	Rechazo	Consumo	Oferta	Rechazo	Consumo
Concentrado (GS y HG) (kg/animal/día)	8	0,5	7,5	10,5	0,5	10
HP (kg/animal/día)	1	0	1	2	0	2
Total del consumo en base fresca (kg/animal/día)			8,5			12
Total del consumo de MS (kg MS/animal/día)			7,62			10,74

En ambos tratamientos el consumo de MS (4,05 y 2,86 % de PV para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, respectivamente) fue adecuado y consistente con el de otros trabajos experimentales (Rearte, 2010; Fernández Mayer *et al.*, 2012). En el caso del *pellet* de girasol, este fue consumido totalmente por los animales, por lo que el consumo de grano de sorgo fue de 4,5 kg para el T<sub>1</sub> y de 7,5 kg para el T<sub>2</sub>.

En la tabla 4 se muestra la concentración de MS de las heces, lo que posibilitó el cálculo de la DIVMS de ambos tratamientos (tabla 5).

No se detectaron diferencias en la digestibilidad *in vivo* de la MS entre los tratamientos. A pesar de las diferencias obtenidas en el peso vivo, la dieta fue aprovechada de forma muy similar por ambos grupos de animales, debido a la escasa variabilidad genética que existe entre ellos (Mezzadra *et al.*, 2003).

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la concentración de almidón en las heces, con valores de 287 (28,7 %) y 439 (43,9 %) gramos de almidón por kilogramo de MS de heces para el T<sub>1</sub>

y el T<sub>2</sub>, respectivamente. A partir de estos datos se calculó el contenido total de almidón en las heces (tabla 6) y la DIVA (tabla 7).

En el T<sub>1</sub> se observó una mayor digestibilidad *in vivo* del almidón respecto al T<sub>2</sub> ( $p < 0,05$ ). En este sentido, los animales jóvenes tienen el orificio retículo-omasal más pequeño; por tanto, el grano entero presenta mayor dificultad para pasar, lo que incrementa el tiempo de masticación (rumia). Esto provoca una mayor salivación y también que el almidón tenga más posibilidades de estar en contacto con los jugos gástricos y ser digerido (Pordomingo *et al.*, 2003, 2007). Este efecto no se observa en los animales de mayor tamaño, cuyo orificio retículo-omasal es de mayor dimensión.

Varios autores encontraron que la digestión del almidón en el duodeno está limitada a 600-650 g/día (Russell *et al.*, 1981). La digestión incompleta del almidón en el intestino delgado en rumiantes se debe, entre otras razones, a la producción inadecuada de enzimas y la presencia de una matriz protei-

Tabla 4. Concentración de MS de las heces.

Tratamiento	Peso fresco de las heces (kg/animal/día)	% de MS de las heces	Peso seco de las heces (kg/animal/día)*
T <sub>1</sub>	6,9 (0,10)	34,92 (0,15)	2,41 (0,09)
T <sub>2</sub>	10,96 (0,12)	31,02 (0,07)	3,4 (0,21)
EE (±)	2,05*	1,97*	0,47*

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$ . (± DS)

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

Tratamiento	Consumo de MS (kg/animal/día)	Heces (kg MS/animal/día)	DIVMS (%)
T <sub>1</sub>	7,62 (0,88)	2,41 (0,42)	68,37 (0,55)
T <sub>2</sub>	10,74 (0,58)	3,4 (0,47)	68,34 (0,61)
EE (±)	2,49*	0,47*	0,98

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$  (± DS)

% DIVMS = consumo de MS – peso seco de las heces/ consumo de MS (\*100)

Tabla 6. Contenido de almidón en las heces.

Tratamiento	Heces (kg de MS/animal/día)	Concentración de almidón en las heces	Almidón en heces (kg MS/animal/día)
T <sub>1</sub>	2,41 (0,88)	28,7	0,69 (0,21)
T <sub>2</sub>	3,4 (0,51)	43,9	1,49 (0,77)
EE (±)	0,47*		0,47*

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$ .

(± DS)

Almidón en heces = kg de MS de heces/animal/día x % de almidón.

Tabla 7. Digestibilidad *in vivo* del almidón.

Tratamiento	Consumo de almidón (kg/animal/día) <sup>1,2</sup>	Almidón en heces (kg de MS/animal/día)	Digestibilidad <i>in vivo</i> del almidón (%) <sup>3</sup>
T <sub>1</sub>	2,66 (0,31)	0,69 (0,21)	74,06 (0,33)
T <sub>2</sub>	4,46 (0,25)	1,49 (0,77)	66,59 (0,58)
EE (±)	1,88*	0,56*	6,18*

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$ .

(± DS)

Consumo de almidón en T<sub>1</sub> = consumo de GSAT (kg de MS/animal/día) x 56,3 % de almidón/kg de MS de GSAT

Consumo de almidón en T<sub>2</sub> = consumo de GSBT (kg de MS/animal/día) x 62,9 % de almidón/kg de MS de GSBT

DIVA = (Consumo de almidón - contenido de almidón en heces) / Consumo de almidón \* 100.

nica alrededor de los gránulos de almidón, así como a un pH intestinal subóptimo para la actividad de la amilasa (Owens *et al.*, 1986; Montiel *et al.*, 2002).

Otro factor que dificulta el aprovechamiento de los almidones está vinculado a que los taninos del grano de sorgo forman una película que reduce el ataque de los microorganismos del rumen. En estas condiciones puede disminuir la digestión del almidón de los granos con alto contenido de taninos, en comparación con los de bajo contenido, en este indicador químico (Pordomingo *et al.*, 2007a). Ello explicaría la menor digestibilidad del almidón en el T<sub>2</sub> respecto al T<sub>1</sub>, ya que en el segundo los animales tuvieron una mayor ingesta de grano con altos contenidos de taninos.

En la tabla 8 se muestra la pérdida de granos (GSAT + GSBT) en las heces, la cual se midió a

partir de la cantidad de almidón que se detectó en las heces en cada tratamiento, transformada en su equivalente en grano, dividido entre la concentración de este indicador químico en los granos. Estos resultados coinciden con lo informado por Pordomingo *et al.* (2002) y Zamora *et al.* (2009), quienes encontraron mayores pérdidas de almidón en las heces de los novillos, al compararlas con las de los terneros. Estas pérdidas se traducen en una mayor concentración de almidón en las heces a medida que se incrementa el peso vivo de los animales (Aello y Dimarco, 2004).

Hubo un mayor aprovechamiento ( $p < 0,05$ ) del GSBT respecto al GSAT, en el T<sub>1</sub> y el T<sub>2</sub>. Además, la proporción de aprovechamiento de cada uno fue similar en ambos tratamientos (tabla 9). En este sentido, se conoce que las proteínas en los granos

Tabla 8. Concentración de almidón y porcentaje de granos perdidos en las heces.

Tratamiento	Concentración de almidón por kg de MS de las heces (%)	Grano perdido (%)
T <sub>1</sub>	28,7	27,27
T <sub>2</sub>	43,9	31,56
EE (±)	7,66*	2,45

Valores desiguales en la vertical difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$ .

(± DS)

Grano perdido = (kg de almidón (grano) en heces x 100) / kg de almidón (grano) consumido

Tabla 9. Porcentaje de granos, con y sin taninos, rescatados en las heces.

Tratamiento	GSAT en heces (%)	GSBT en heces (%)	EE ( $\pm$ )
T <sub>1</sub>	53,62	46,38	2,88*
T <sub>2</sub>	53,02	46,98	2,47*

Valores desiguales en la horizontal difieren a  $p < 0,05$  (Duncan, 1955) \* $p < 0,05$ . ( $\pm$  DS).

de cereal se encuentran distribuidas en el pericarpio (cáscara); mientras que los gránulos de almidón del grano de maíz están rodeados por la zeína (proteína altamente degradable en rumen) y los del grano de sorgo por las glutelinas y prolaminas, las cuales tienen una degradabilidad ruminal muy baja (Fernández Mayer, 2006).

La presencia de los taninos y de estas dos proteínas –que abundan en los granos ricos en taninos– restringe el ingreso del agua y de los jugos digestivos (enzimas) a través del tegumento del grano entero. De esta forma, se limita la digestión del almidón y, con ella, la digestibilidad de todo el grano, especialmente la del grano entero (Montiel *et al.*, 2002; Pordomingo *et al.*, 2003).

Con respecto al agua, el consumo fue similar (alrededor de 1,8 L/kg de MS consumida) en ambos tratamientos, e inferior al encontrado por otros autores (3 L/kg de MS) en similar raza y tipo genético (Colacelli, 1997); aunque estas diferencias se pueden deber a que la dieta en estudio tuvo una mayor concentración energética (2,79 Mcal de EM/kg de MS) respecto a la media de otras investigaciones (Gagliostro y Gaggiotti, 2002).

Se concluye que la digestibilidad *in vivo* (aprovechamiento) del grano de sorgo entero fue mayor en los animales jóvenes, en comparación con los novillos (de mayor peso vivo), y que el grano de sorgo suministrado entero, con bajo contenido de taninos, tuvo un mayor aprovechamiento. El aprovechamiento con animales jóvenes fue equivalente a uno por cada 3 kg de grano entero ( $\pm$  33 %); mientras que con animales de mayor tamaño, resultó de uno por cada 4 kg de grano consumido ( $\pm$  25 %).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aello, M. S. & Dimarco, O. N. Evaluación de alimentos. En: *Curso de nutrición animal*. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. p. 29-64, 2004.

AOAC. *Official methods of analysis*. 16<sup>th</sup> ed. Arlington, USA: The Association of Official Analytical Chemists, 1995.

Colacelli, N. *Consumo de agua por el ganado*. Argentina: Universidad de Tucumán, 1997. [http://www.produccion.com.ar/97feb\\_13.htm](http://www.produccion.com.ar/97feb_13.htm)

Cordes, G. G. *Aptitud combinatoria en sorgo por características de calidad de grano y forraje*. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias. Argentina: Escuela para Graduados. Fac. Cs. Agr., UNC, 2008.

Fernández Mayer, A.; Stuart, R. J.; Chongo, Bertha & Martín Méndez, P. C. *Contribución a la viabilidad de los sistemas de producción de carne de la región subhúmeda y semiárida de la República Argentina. Estrategias de mejora*. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana: ICA, UNAH, 2012.

Fernández Mayer, A. E. *La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche*. Argentina: INTA, Serie didáctica no. 8, 2006.

Fernández Mayer, A. & Tomaso, J. C. *Sistemas de engorde intensivo*. Argentina: INTA, no. 7, 2003.

Gagliostro, G. A & Gaggiotti, Mónica. *Evaluación de alimentos para ruminantes e implicancias productivas*. Sitio argentino de producción animal, 2002. [http://www.produccionbovina.com/tablas\\_composicion\\_alimentos/14-evalalimentos.pdf](http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/14-evalalimentos.pdf). [2/6/2010].

Giorda, Laura M. & Cordes, G. G. *Sorgo, un cultivo que se impone*. 2008. <http://www.todoagro.com.ar/todoagro2/nota.asp?id=8425>. [10/7/2010].

Giorda, Laura M. & Cordes, G. G. *Sorgo, para producir lo que el mercado necesita*. <http://www.peman.com.ar/notas/index.php?action=full-news&id=12>, 2009. [10/11/2010]

Makkar, H. P. S. *Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

Massigoe, J.; Zamora, M. & Melin, A. Evaluación del contenido de taninos en granos de híbridos de sorgo. *Agromercado*. 28 (154):14-15, 2009.

Mezzadra, C. A.; Melucci, L. M.; Villareal, E. L. & Faverin, C. Comparación del desempeño productivo de novillos puros y cruza británicos bajo sistemas de engorde semi-intensivos e intensivos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 23 (1):45-52, 2003.

- Min, B. R. & Hart, S. P. Tannis for suppression of parasites. *J. Anim. Sci.* 81 (14, Suppl. 2):102-109, 2003.
- Montiel, M. D.; Elizalde, J. C.; Giorda, L. & Santini, F. J. *Efectos de los taninos condensados sobre la degradabilidad ruminal del grano de sorgo en vacunos*, 2002. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/Posters/22/taninos-Montiel.htm>. [15/7/2010].
- National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7<sup>th</sup> rev. ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001.
- Owens, F. N.; Zinn, R. A. & Kim, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.* 63 (5):1634-1648, 1986.
- 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*. 31 (1):1-22, 2002.
- Pordomingo, A. J.; Juan, N. A. & Pordomingo, A. B. Relación entre el aumento peso de novillos sobre verdeos de invierno y parámetros de calidad del verdeo (Comunicación). *Revista Argentina de Producción Animal*. 27 (Supl. 1):83-84, 2007a.
- Pordomingo, A. J.; G. Volpi Lagreca, W.; Orienti, Y. R. & Welsh, G. *Efecto del agregado de taninos en dietas de distinto nivel energético en vaquillonas para carne*, 2003. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_granos/07-taninos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_granos/07-taninos.pdf). [16/5/2010].
- Pordomingo, A. J.; Volpi Lagreca, G.; Stefanazzi, I. N. & Pordomingo, A. B. Efecto de la inclusión de taninos, monensina y soja cruda en dietas basadas en grano entero en engorde de vaquillonas a corral. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27 (Supl. 1):81-82, 2007.
- Rearte, D. *El futuro de la ganadería Argentina*. 2003. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/carne/rearte.htm> [19/8/2010].
- Rearte, D. H. Situación y perspectivas de la producción de carne vacuna. *Agromercado*. 29 (302):4-9, 2010. [http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual\\_Prostpectiva\\_Produccion\\_carnevacuna.pdf](http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual_Prostpectiva_Produccion_carnevacuna.pdf). [19/8/2010].
- Reed, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J. Anim. Agric.* 73:1516-1528. 1995.
- Russell, J. R.; Young, A. W. & Jorgensen, N. A. Effects of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. *J. Anim. Sci.* 52:1177-1182. 1981.
- Santini, F. J. *¿Sistema pastoril o feedlot?* 2004. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/sistema-pastoril-feedlot-t782/124-p0.htm> [19/8/2010].
- SAS/STAT. *User's guide*. Version 6. 4ed. Cary, USA: SAS Institute Inc., vol. 2, 2005.
- Stritzler, N. *Suplementación de rodeo de cría e invernada en pastoreo en la región del Caldenal*. 2008. [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion/21-suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf). [19/8/2010].
- Tilley, J. M. & Terry, R. L. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-111. 1963.
- Zamora, M.; Massigoge, J. & Melin, A. 2009. *Evaluación del contenido de taninos en híbridos de sorgo granífero. Chacra integrada de Barrow (Buenos Aires)*. [http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpetajulio2009/taninos\\_sor-go\\_40.pdf](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpetajulio2009/taninos_sor-go_40.pdf). [10/2010]

Recibido el 24 de septiembre de 2013

Aceptado el 28 de enero del 2014