

CASCARILLA DE SOJA Y AFRECHILLO DE TRIGO: CINÉTICA DE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA FIBRA

Salado E.E.; Comeron E.A.; Silva C.(1), Gaggiotti M.C.; Alesso A.(2) y Pardo J.(2). 2005.
XIXª Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal,
Tampico, México, octubre 2005.
1) Aceitera General Deheza.
2) Pasantes universitarios.
3) E.E.A. INTA Rafaela.
www.produccion-animal.com.ar

[Volver a: Granos y semillas](#)

INTRODUCCIÓN

La industria aceitera, en especial la correspondiente a la soja, ha dado origen a diferentes subproductos que son destinados a la alimentación animal. Uno de ellos es la cascarilla de soja (CS) la cual se caracteriza por poseer un buen valor energético (mayor a 2,5 Mcal EM/kg MS), niveles elevados de fibra altamente digestible y valores de proteína bruta (PB) similares al afrechillo de trigo (AT). Sin embargo, las modernas plantas aceiteras que se están instalando recientemente en Argentina han optimizado la eficiencia del proceso industrial destacándose la etapa correspondiente al descascarado “en caliente” del grano, lo cual modifica evidentemente el valor nutritivo de la CS. En consecuencia, es necesario cuantificar la velocidad y la extensión de la digestión de los nutrientes de esta nueva “variante” de CS para la formulación de raciones con un adecuado balance energético-proteico. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la cinética de digestión ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) de la CS, tomando al AT como patrón de comparación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo un trabajo en la E.E.A Rafaela del INTA. Se utilizaron tres vacas multíparas de raza Holando Argentino en tercio medio de lactancia (135 ± 32 días de lactancia) provistas de fístula ruminal permanente. Estos animales tenían una producción promedio de 34,3 ± 2,1 litros/vaca/día al 3 de enero de 2005 los cuales fueron alimentados desde 15 días antes y durante el período de estudio (del 4 al 7 de enero de 2005), con 4 kg de concentrado/vaca/día y pastura de alfalfa a voluntad. El concentrado se suministró en partes iguales en cada turno de ordeño (06:30 y 18:30) en comederos individuales. Diariamente las vacas tuvieron acceso a una nueva franja de pastura con un nivel de asignación de forraje no limitante al consumo de los animales.

Para el estudio de la velocidad y extensión de la degradación de la FDN de rskov, 1977). Los subproductos evaluados se empleó la técnica in situ (Mehrez y Se usaron 108 bolsas de dacrón de 15.5 cm por 7.5 cm y una porosidad promedio de 52 Mm. Las muestras de CS y AT a analizar fueron procesadas en un mortero y tamizadas para homogeneizarlas. En cada una de las bolsas previamente numeradas y taradas, se colocaron 5 gramos de materia seca (MS) de muestra. Al inicio del período de incubación, en cada animal se introdujeron en el saco ventral del rumen 2 bolsas de cada alimento por cada horario de muestreo. Las bolsas fueron extraídas a horarios prefijados (4 bolsas/horario) dentro de las 72 hs. de incubación (0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 y 72 hs). Posteriormente, fueron lavadas bajo corriente de agua fría hasta la obtención de un líquido incoloro a fin de arrastrar el material contaminante y el soluble. Las bolsas fueron secadas en estufa con circulación forzada de aire a 60 °C durante 48 hs y pesadas para determinar el contenido de MS del residuo. Dicho contenido residual fue molido y sobre el mismo se determinó el contenido de fibra detergente neutro (FDN) (Goering y Van Soest, 1970). La desaparición de la FDN de los subproductos evaluados se calculó a partir de la cantidad inicial y de la cantidad remanente en la bolsa luego de la incubación.

Para describir la cinética de digestión ruminal de la FDN se utilizó modelo propuesto por Mertens y Loften (1980), utilizando el programa desarrollado por Garciarena y Hofer (1993):

$$Y = \text{FPDPC} * e^{-\text{TFDPC} * (t - \text{TRIDPC})} + \text{FIPC}$$

Donde: Y= pared celular residual en el tiempo (%), FPDPC= fracción potencialmente digestible de la pared celular (%), e= base del logaritmo natural, TFDPC= tasa fraccional de digestión de la pared celular (% hora⁻¹), t= tiempo de incubación (hs), TRIDPC= tiempo de retardo en el inicio de la digestión de la pared celular (hs) y FIPC= fracción indigestible de la pared celular (%).

Como los resultados de degradabilidad obtenidos a partir de la técnica in situ podrían no reflejar lo que ocurre en condiciones normales de alimentación si estos valores no son corregidos por la velocidad de pasaje, se estimó la degradabilidad efectiva de la FDN, o sea la cantidad de FDN que es degradada cuando el alimento permanece en el rumen un tiempo determinado. Para ello se asumieron distintas velocidades de pasaje (kp): 3, 5 y 7 % hora-1. Van Vuuren et al. (1992) reportaron que las velocidades de pasaje ruminal fluctuaron desde 4.1 hasta 6.7 % hora-1 en vacas lecheras en producción pastoreando raigrás perenne en diferentes estaciones y bajo distintos niveles de fertilización. La estimación se realizó utilizando la fórmula propuesta por Mertens y Loften (1980):

$$E = (FPDPC / 100) * (TFDPC / (TFDPC + kp)) * e - ((kp / 100) * TRIDPC)$$

Donde: E= degradabilidad efectiva (%), FPDPC= fracción potencialmente digestible de la pared celular (%), TFDPC= tasa fraccional de digestión de la pared celular (% hora-1), kp= tasa de pasaje (% hora-1), e= base del logaritmo natural y TRIDPC= tiempo de retardo en el inicio de la digestión de la pared celular (hs).

Cabe aclarar que el ensayo se realizó con fines descriptivos, por este motivo no se efectuó ningún tipo de análisis estadístico. Se utilizaron tres animales para poder obtener valores promedio de los parámetros asociados a la desaparición ruminal de la FDN, teniendo en cuenta la conocida variabilidad entre animales (efecto animal) y se emplearon dos bolsitas de cada alimento por cada horario de extracción como repetición de laboratorio y por seguridad (pérdida o rotura de las mismas, valores aberrantes, etc.).

La composición química de los materiales incubados se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Composición química de los subproductos evaluados.

Parámetro	CS	AT
MS (%)	97,52	95,62
PB (%)	9,75	17,28
FDN (%)	67,11	41,52
FDA (%)	48,30	12,40
LDA (%)	1,70	2,40
EE (%)	2,72	6,65
Cenizas (%)	4,54	5,40
NIDA/NT (%)	2,92	4,56
NIDN (%)	0,69	0,34
EM (Mcal/kgMS) ¹	2,54	2,94

FDA= fibra detergente ácido. LDA= lignina detergente ácido. EE = extracto etéreo. NIDA/NT= nitrógeno insoluble detergente ácido/nitrógeno total. NIDN= nitrógeno insoluble detergente neutro. EM = energía metabolizable. INRC, Dairy (2001).

Se observa que la cascarilla de soja tiene un menor contenido de proteína y energía, y un mayor contenido de fibra que el afrechillo de trigo. El mayor valor energético del afrechillo podría explicarse por su elevado contenido de lípidos (6,65%). A pesar del alto contenido de fibra de la cascarilla de soja (67,11%), su grado de lignificación es bajo (1,70%), por lo tanto su digestión potencial en el rumen es muy elevada, tal como se observa en el cuadro 2.

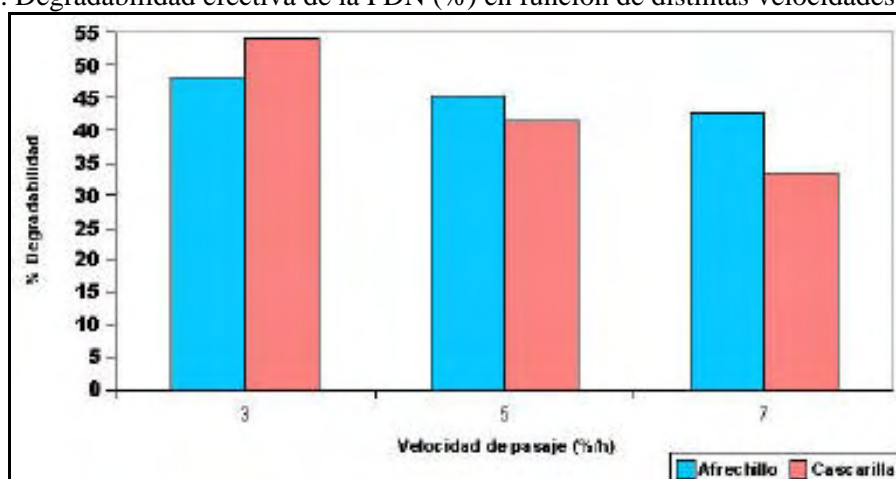
Cuadro 2. Cinética de digestión ruminal de la FDN.

Parámetro	CS	AT
FPDPC (%)	97,32	53,42
TFDPC (% hora-1)	3,90	28,16
TRIDPC (horas)	0,58	0
FIPC (%)	2,68	46,58
Degradabilidad efectiva		
kp = 3 % hora-1	54,06	48,28
kp = 5 % hora-1	41,43	45,37
kp = 7 % hora-1	33,44	42,78

La degradabilidad potencial de la fibra de CS resultó en 44 puntos porcentuales por encima del correspondiente valor de AT, cercano al valor de 90% informado por García Rebollar et al. (1997). Sin embargo, la velocidad de degradación de la fibra de CS en el rumen es lenta (3,90 %/h), en coincidencia a la informada por García Rebollar et al. (1997), lo que se relaciona con las características estructurales de su pared celular (epidermis de células en empalizada ; Grenet y Barry, 1987). Esto tiene implicancias prácticas ya que el grado de

digestión de la fibra resulta altamente dependiente del tiempo de permanencia del alimento en el rumen o de su velocidad de pasaje “kp”, tal como se observa en el cuadro 2 (ver degradabilidad efectiva) y en la figura 1.

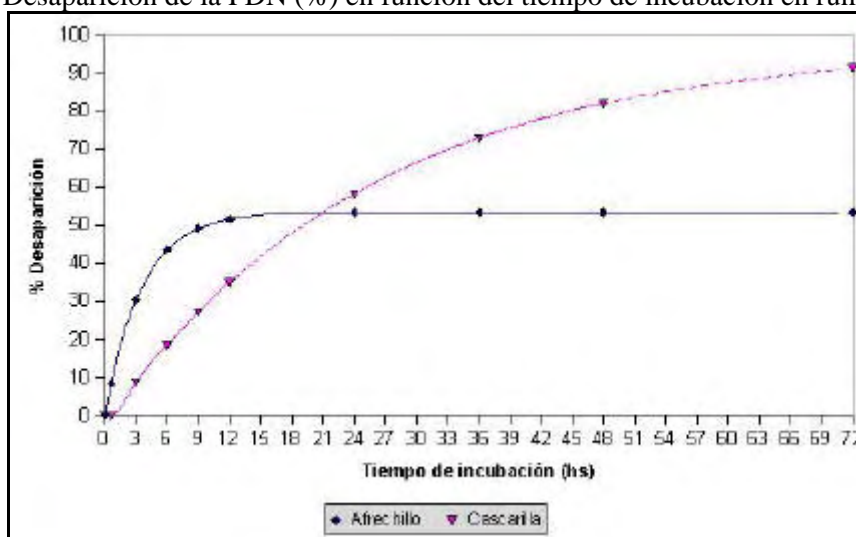
Figura 1. Degradabilidad efectiva de la FDN (%) en función de distintas velocidades de pasaje.



En efecto, la degradabilidad efectiva de la fibra de CS presenta una reducción marcada (54 a 33%), cuando el kp pasa del 3 al 7% hora-1, mientras que para AT la disminución es mínima (48 y 43% hora-1, respectivamente).

En la Figura 2 se ilustran las curvas de desaparición de la FDN de ambos alimentos en función al tiempo de incubación en el rumen.

Figura 2. Desaparición de la FDN (%) en función del tiempo de incubación en rumen (horas).



Las ecuaciones utilizadas para graficar las curvas fueron:

$$\text{Cascarilla: Desaparición PC (\%)} = 100 - (Y = 97,32 * e^{- (0,0390 * (t - 0,58))} + 2,68)$$

$$\text{Afrechillo: Desaparición PC (\%)} = 100 - (Y = 53,42 * e^{- (0,2816 * (t - 0,00))} + 46,58),$$

y se basaron en el modelo de Mertens y Loften (1980), descripto más arriba.

En esta figura se observa claramente la diferente cinética de digestión ruminal de la fibra que presentaron los subproductos evaluados. Así, los valores de degradabilidad de la FDN de AT y CS a las 21 hs de incubación resultaron similares (53,3% y 53,4%, respectivamente). Sin embargo, a partir de allí, mientras la fibra de AT alcanza su máxima degradabilidad ruminal y la FIPC permanece constante (46,7%) independientemente del tiempo de retención en el rumen, la degradabilidad de la fibra de CS aumenta con el tiempo de incubación alcanzando un valor de 91,3% a las 72 hs.

Estos resultados indican que la digestibilidad y el valor energético de la fibra de CS se reducen para animales de alto nivel de producción y consumo (vacas lecheras en lactancia temprana, terneros en engorde intensivo), en los que el tránsito digestivo es más rápido. Por el contrario, la digestión de la fibra de CS es más completa en el caso de raciones con una alta proporción de forraje largo, donde el tiempo de permanencia del alimento en el rumen es prolongado (Grant, 1997).

Finalmente, es importante resaltar que en gral. la bibliografía es coincidente en afirmar que la CS es una fuente de fibra digestible en rumen y bajo contenido de almidón y a causa de estas características podría

reemplazar en parte a los granos de cereales en raciones para vacas lecheras, evitando superar de esta forma el porcentaje de carbohidratos no estructurales recomendado (36-40% de la MS). Por lo tanto, la mayoría de los ensayos con vacas lecheras se han hecho en este sentido (MacGregor et al., 1976; Edionwe y Owen, 1989; Nakamura y Owen, 1989; Klopfenstein y Owen, 1988, citado por Kohlmeier, 1996), llegando a comprobar que se puede incluir CS hasta en un 20-25% de la MS (reemplazando hasta un 50 % de la mezcla de granos) en raciones totalmente mezcladas (TMR) con una relación forraje (silaje de alfalfa y/o de maíz): concentrado (mezcla de granos) de 50:50 (base MS), sin alterar la producción y composición de la leche. No se recomienda su uso en reemplazo de forraje, pues aunque el contenido de fibra de la CS es elevado, ésta no es efectiva en estimular la rumia y en los ensayos en los que se reemplazó forraje por CS en raciones para vacas lecheras se produjo una caída en la producción de grasa, la cual fue superada por la adición de heno de alfalfa picado grueso (Weidner y Grant, 1994 ; Grant, 1997). También se ha demostrado que la CS es un buen suplemento energético para vacunos de carne consumiendo forrajes de baja calidad (Anderson et al., 1988 ; Martin y Hibberd, 1990).

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, S.J.; Merrill, J.K. y Klopfenstein, T.J. 1988. Soybean hulls as an energy supplement for the grazing ruminant. *J. Anim. Sci.* 66: 2959-2964.
- Edionwe, A.O. y Owen, F.G. 1989. *J. Dairy Sci.* 72: 1786.
- Garciarena, A.D. y Hofer, C.C. 1993. Programa para el cálculo de parámetros de modelos de dinámica de digestión ruminal. EEA INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. 8 pp.
- García Rebollar, P.; De Blas, C. y Mateos, G.G. 1997. Utilización de la cascarilla de soja en alimentación animal. American Soybean Association. Bruselas, Bélgica.
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, Procedures, and some applications). Agriculture Handbook N° 379. Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C.
- Grant, R.J. 1997. Interactions among forages and nonforage fiber sources. *J. Dairy Sci.* 80: 1438-1446.
- Grenet, E. y Barry, P. 1987. Etude microscopique de la digestion des parois végétales des téguments de soja et de colza dans le rumen. *Reproduction, Nutrition and Development* 27 (1B): 246-248.
- Kohlmeier, R.H. 1996. The use of soybean hulls for ruminants and other species. American Soybean Association. Bruselas, Bélgica.
- Macgregor, C.A.; Owen, F.G. Y MAGILL, L.D. 1976. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance. *J. Dairy Sci.* 59: 682.
- Martin, S.K. y Hibberd, C.A. 1990. Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows supplemented with graded levels of soybean hulls *J. Anim. Sci.* 68: 4319 -4325.
- Rskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 88: 645-650.
- Mertens, D.R. y loften, J.R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *J. Dairy Sci.* 63: 1437-1446.
- Nakamura, T. y Owen, F.G. 1989. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. *J. Dairy Sci.* 72: 988-994.
- National Researc Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 thed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Van Vuuren, A.M.; Krol-Kramer, F.; Van Der Lee, R.A. y Corbijn, H. 1992. Protein digestion and amino acids in dairy cows fed fresh *Lolium perenne* with different nitrogen contents. *J. Dairy Sci.* 75: 2215-2225.
- Weidner, S.J. y Grant, R.J. 1994. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 513-521.

[Volver a: Granos y semillas](#)