

Degradabilidad *in situ* de las harinas de colza y de soja y los efectos de su suplementación sobre el ambiente ruminal de vacas lecheras con acceso a pastoreo de alfalfa

***In situ* degradability of soybean and canola meal and their supplementation effect on ruminal environment in dairy cattle grazing alfalfa pasture**

Gaggiotti, M.G.¹; (*)Salado, E.E.¹; Gallardo, M.R.¹; Arakaki, L.C.²; Valtorta S.E.³ Castro, H.C.¹

⁽¹⁾EEA Rafaela INTA, República Argentina (mgaggiotti@rafaela.inta.gov.ar)

⁽²⁾Instituto de Patobiología INTA Castelar, República Argentina

⁽³⁾CONICET, República Argentina

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivos estudiar la degradabilidad *in situ* de las harinas de soya (HS) y de colza (HC) y sus efectos al ser suplementados (HS - 41% PB HC - 35% PB) sobre el ambiente ruminal de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa durante el invierno. Las dietas de las vacas fueron formuladas isoenergéticas e isoproteicas. Se utilizaron 4 vacas fistuladas en rumen que fueron asignadas a los tratamientos en 2 grupos de 2 vacas cada uno, en 2 períodos experimentales (diseño cross-over). El primer período experimental tuvo 21 días de adaptación a la dieta y 3 de mediciones, para el segundo el acostumbamiento fue de 5 días pues se realizó un vaciado e intercambio ruminal. Para el estudio de la velocidad y extensión de la degradación de la MS y PB de los subproductos evaluados se empleó la técnica *in situ* (Mehrez y Ørskov, 1977). La fracción potencialmente degradable (FPD) y la insoluble (FI) de la MS resultaron mayores y la fracción soluble (FS) y la tasa de digestión (kd) resultaron menores en HS con respecto a HC. La FPD de la PB resultó similar entre tratamientos. Sin embargo, la FS resultó significativamente mayor (45 puntos porcentuales) y la FI significativamente menor (48 puntos porcentuales) en HC con respecto a HS. La degradabilidad efectiva de la PB fue significativamente inferior en HS para todas las tasas de pasajes (kp) evaluadas. Se observa además, que la reducción de la degradabilidad efectiva de la PB cuando kp pasa del 3 al 7% hora⁻¹ resultó marcadamente superior en HS con respecto a HC (14 vs. 3 puntos porcentuales, respectivamente), lo cual estaría explicado en parte por la menor tasa de digestión de la PB (P< 0,10) observada en HS. Las variables del ambiente ruminal no mostraron diferencias significativas entre tratamientos a pesar de las diferencias observadas en la cinética de degradación de ambos alimentos estudiados.

Palabras clave: harina colza, harina soja, vacas en pastoreo

Abstract

The objective of the present work was to study the *in situ* degradability of oily seeds meals and the effect of soybean meal (SM-41%CP) and canola meal (CM-35%CP) supplementation on the ruminal environment of milk cows grazing alfalfa pastures during the winter period. The diets of the cows were formulated to be isoenergetic and isoproteic. Four ruminal fistulated cows were used. They were assigned to experimental treatments in 2 groups of 2 cows each one, in 2 experimental periods, (cross-over design). The first experimental period had 21 days of adaptation to diet and 3 days of measurements. In the second experimental period the adaptation was only of 5 days because the rumen was draining and refilled. The level and degradability rate of DM and CP of the by-products were determined by the *in situ* technique of Mehrez and Ørskov (1977). The potential degradable fraction (PDF) and the insoluble fraction (FI) of the DM were greater and the soluble fraction (SF) and the rate of digestion (kd) were smaller in SM respect to CM. The PDF of CP fraction was similar in both supplements. Nevertheless, the FS was significantly greater (45 percentage points) and the (IF) significantly smaller (48 percentage points) in CM respect to SM. The effective degradability of the CP was significantly lower in SM for all the rates of passages (kp) evaluated. Besides this it was observed that the reduction of the effective degradability of the CP when kp changed from 3 to 7% hour⁻¹ was markedly superior in SM respect to CM (14 vs. 3 percentage points respectively, which would be partially explained by the lower digestion rate of the CP (P< 0.10) observed in SM. The ruminal parameters did not show significant differences between treatments in spite of the differences observed in the kinetics of degradation of both studied feeds.

Key words: canola meal, soybean meal, grazing cattle.

Introducción

Los subproductos de la comercialización e industrialización de las oleaginosas constituyen una fuente importante de nutrientes para satisfacer las necesidades del ganado de altos requerimientos. Actualmente, en los sistemas ganaderos de Argentina estos recursos representan una de las fuentes de proteínas clave para “balancear” las dietas de vacas lecheras de alta producción ó de novillos sometidos a engordes intensivos, principalmente durante el otoño invierno. En estas estaciones del año, debido a la escasez de pasturas de calidad, se utiliza generalmente como base de alimentación una importante proporción de silajes (maíces y sorgos), henos de gramíneas, verdes invernales y concentrados energéticos (granos de cereales clásicos). Este tipo de dietas se caracterizan por tener déficit de proteínas de alto valor biológico, los que normalmente se pueden cubrir con semillas y harinas de oleaginosas. A nivel mundial, para cubrir las necesidades en proteína y en aminoácidos esenciales, el concentrado más utilizado es la harina de soja (NRC, 2001), aunque en Argentina se la reemplaza especialmente por harina de girasol (Castillo y Onetti, 1996) En Canadá y en Australia la harina de colza es muy usada en casi todas las raciones de ganado lechero e incluso en las de aves y cerdos (Consejo de Canola de Canadá, 2001; Kellaway y Porta, 2003). Actualmente en Argentina se puede contar con este subproducto como un suplemento proteico alternativo para el ganado (Mancuso, 2002), posee una mayor proporción de aminoácidos esenciales comparativa al de girasol, en especial de lisina (NRC, 2001). El presente trabajo tuvo como objetivos estudiar la degradabilidad *in situ* de las harinas y el efecto de la suplementación con harina de soja (HS-41%PB) y harina de colza (HC-35% PB) sobre el ambiente ruminal de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa durante el invierno.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 4 vacas fistuladas en rumen que fueron asignadas a los tratamientos (HC y HS) en 2 grupos de 2 vacas cada uno, en 2 períodos experimentales (diseño cross-over). El primer período experimental tuvo 21 días de adaptación a la dieta y 3 de mediciones, para el segundo el acostumbamiento fue de 5 días pues se realizó un vaciado e intercambio ruminal.

Para el estudio de la velocidad y extensión de la degradación de la MS y PB de los subproductos evaluados se empleó la técnica *in situ* (Mehrez y Ørskov, 1977). Las muestras de HC y HS a analizar fueron procesadas en un mortero y tamizadas para homogeneizarlas. Al inicio del período de incubación, en cada animal se introdujeron en el saco ventral del rumen dos bolsas de alimento (HC o HS, según diseño experimental) por cada horario de muestreo. Las bolsas fueron extraídas de a pares a horarios prefijados dentro de las 48 hs. de incubación (0, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 h). Posteriormente, fueron lavadas en una máquina con 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 h y pesadas para determinar el contenido de MS del residuo. Dicho contenido residual fue molido y sobre el mismo se determinó el contenido de PB. La desaparición de la MS y PB 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 desaparición ruminal de la MS y PB de los subproductos evaluados se utilizó el modelo de Ørskov y McDonald (1979), utilizando el procedimiento Solver de Excel (Fernández, 2004): $p = FS + FI (1 - e^{-kd \cdot t})$, donde: p=degradabilidad potencial (%), FS= fracción soluble (%), FI= fracción insoluble (%), e= base del logaritmo natural, kd= tasa fraccional de digestión (% hora⁻¹) y t= tiempo de incubación (hs). 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 MS y PB, o sea la cantidad de MS y PB 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 tasas 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 Ørskov y McDonald (1979): $E = FS + FI (kd / (kd + kp))$, donde: E= degradabilidad efectiva (%), FS= fracción soluble (%), FI= fracción insoluble (%), kd= tasa fraccional de digestión (% hora⁻¹) y kp=tasa de pasaje (% hora⁻¹). Los resultados se analizaron según un diseño cross-over, utilizando el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete estadístico SAS versión 6.12 (1996), mediante el modelo: $Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$, donde: Y_{ijkl} = observación correspondiente al i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo animal y en el k-ésimo período, μ = media general del ensayo, T_i = efecto del i-ésimo tratamiento, A_j = efecto aleatorio del animal j-ésimo, P_k = efecto del k-ésimo período y e_{ijk} = error residual. Las mediciones de ambiente ruminal (pH, NH₃, AGV y ácidos acético, butírico y propiónico) se hicieron cada 3 horas durante dos días no consecutivos.

Las dietas de las vacas fueron formuladas isoenergéticas (1,82 Mcal NE_L) e isoproteicas (17%PB). El 83% de la MS total suministrada correspondió a una mezcla de silaje de maíz, heno de alfalfa, un

concentrado energético - vitamínico - mineral y las harinas de soja o colza que representaban el 15 y el 20% de la MS de la dieta, respectivamente. El 17% restante fue alfalfa en pastoreo directo.

Resultados y Discusión

Los parámetros asociados a la desaparición a nivel ruminal de la MS de los subproductos evaluados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cinética de desaparición ruminal de la MS⁽¹⁾

	HC	HS	ESM	P <
MS				
Fración soluble (FS)%	61,26	49,99	0,94	0,02
Fración insoluble (FI)%	31,02	48,44	1,57	0,02
Tasa de digestión (kd)% hora ⁻¹	16,55	5,92	0,96	0,02
FPD%	92,28	98,43	0,89	0,04
Degradabilidad efectiva ⁽²⁾				
kp = 3% hora ⁻¹	82,92	82,03	0,32	0,18
kp = 5% hora ⁻¹	80,52	76,25	0,14	0,01
kp = 7% hora ⁻¹	78,87	72,27	0,11	0,01

⁽¹⁾Valores expresados a través de las medias mínimas cuadráticas (LSMeans) y el error estándar de las LSMmeans (ESM).

⁽²⁾Asumiendo tasas de pasaje (kp) de 3, 5 y 7% hora⁻¹ (Van Vuuren et al., 1992).

FPD = Fracción potencialmente degradable (FS + FI).

La FPD y FI de la MS resultaron mayores y la FS y kd resultaron menores en HS con respecto a HC. Esta diferencia en la tasa de digestión tiene implicancias prácticas ya que el grado de digestión de la MS resultó dependiente de la velocidad de pasaje (kp) del alimento en rumen. En efecto, como se observa en el cuadro 1, la degradabilidad efectiva de la MS en HS presentó una mayor reducción (10 puntos porcentuales) cuando kp pasa del 3 al 7% hora⁻¹, mientras que en HC la disminución fue menor (4 puntos porcentuales). En la Figura 1 se ilustran las curvas de desaparición de la MS de ambos alimentos en función al tiempo de incubación en el rumen. Las ecuaciones utilizadas para graficarlas fueron: HC: $p = 61,26 + 31,02 (1 - e^{-0,165 * t})$ y HS: $p = 49,99 + 48,44 (1 - e^{-0,059 * t})$.

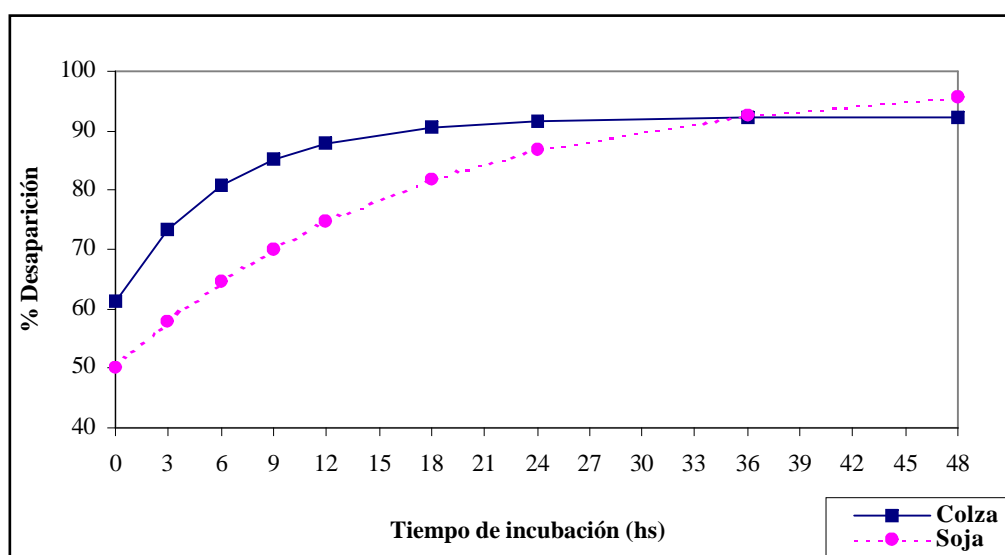


Figura 1. Desaparición de la MS en rumen.

Los parámetros correspondientes a la degradabilidad ruminal de la PB de HC y HS se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cinética de desaparición ruminal de la PB⁽¹⁾

	HC	HS	ESM	P <
PB				
Fracción soluble (FS)%	74,18	28,89	1,02	0,01
Fracción insoluble (FI)%	21,09	68,64	2,44	0,01
Tasa de digestión (kd)% hora ⁻¹	20,91	5,43	3,29	0,08
FPD%	95,27	97,53	1,93	0,49
Degradabilidad efectiva⁽²⁾				
kp = 3% hora ⁻¹	91,62	73,18	0,48	0,01
kp = 5% hora ⁻¹	90,10	64,86	0,35	0,01
kp = 7% hora ⁻¹	88,91	59,20	0,26	0,01

⁽¹⁾Valores expresados a través de las medias mínimas cuadráticas (LSMeans) y el error estándar de las LSMMeans (ESM).

⁽²⁾Asumiendo tasas de pasaje (kp) de 3, 5 y 7% hora⁻¹ (Van Vuuren et al., 1992).

FPD = Fracción potencialmente degradable (FS + FI).

La FPD de la PB resultó similar entre tratamientos. Sin embargo, la FS resultó significativamente mayor (45 puntos porcentuales) y la FI significativamente menor (48 puntos porcentuales) en HC con respecto a HS. La degradabilidad efectiva de la PB fue significativamente inferior en HS para todas las kp evaluadas. Se observa además, que la reducción de la degradabilidad efectiva de la PB cuando kp pasa del 3 al 7% hora⁻¹ resultó marcadamente superior en HS con respecto a HC (14 vs. 3 puntos porcentuales, respectivamente), lo cual estaría explicado en parte por la menor tasa de digestión de la PB (P < 0,10) observada en HS. En la Figura 2 se ilustran las curvas de desaparición de la PB de ambos subproductos en rumen. Las ecuaciones utilizadas para graficarlas fueron: HC: $p = 74,17 + 21,09 (1 - e^{-0,209 \cdot t})$ y HS: $p = 28,89 + 68,64 (1 - e^{-0,054 \cdot t})$.

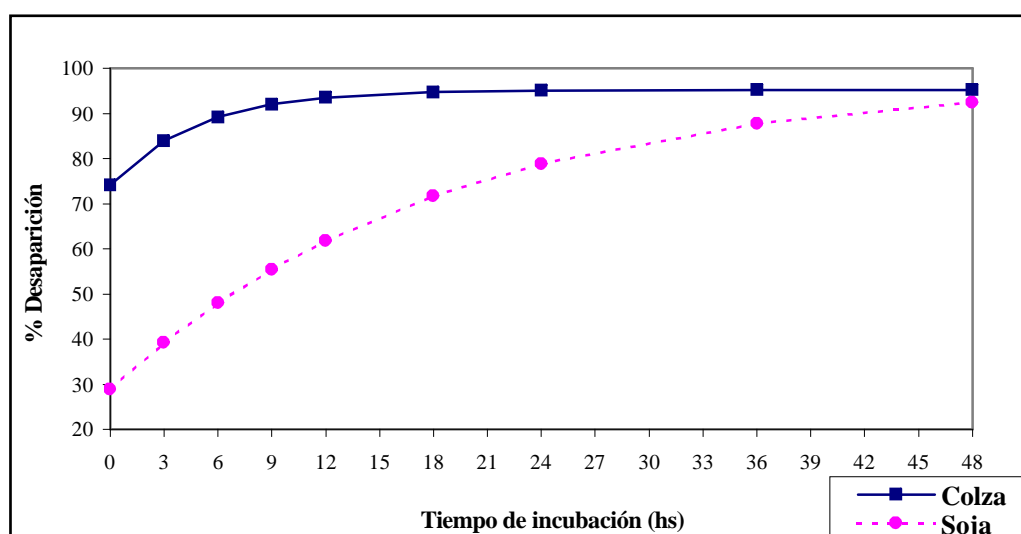


Figura 2. Desaparición de la PB en rumen.

En el Cuadro 3 se presentan las variables de ambiente ruminal evaluadas

Cuadro 3. Variables de ambiente ruminal de vacas suplementadas con harinas de soja (HS) y de colza (HC)

Parámetro	Tratamientos		P
	HS	HC	
pH	6,25±0,24	6,28±0,20	0,809
NH ₃ , mg%	12,09±3,96	12,30±4,04	0,837
AGV, mM	153,92±1,20	145,98±1,11	0,444
Ácido acético, mM	90,44±5,82	86,20±8,48	0,091
Ácido propiónico, mM	37,26±8,93	37,68±6,89	0,902
Ácido butírico, mM	15,32±,68	15,25±3,83	0,971

Las variables del ambiente ruminal no mostraron diferencias significativas entre tratamientos a pesar de las diferencias observadas en la cinética de degradación de ambos alimentos estudiados.

Conclusión

Si bien no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para los diferentes parámetros estudiados del ambiente ruminal, la degradabilidad efectiva de la PB de HS fue significativamente menor con respecto a la de HC. Esto, sumado al perfil de aminoácidos que presenta la proteína de la harina de soja, podría explicar los resultados obtenidos del estudio del efecto de la suplementación con estas mismas harinas sobre la producción y la composición química de la leche (Gaggiotti *et al.*, 2006) que detectaron una mayor concentración de proteínas totales (PT) en leche en el tratamiento HS (3,62% vs 3,08% para HS y HC respectivamente).

Literatura Citada

- Castillo, A. y Onetti, S. 1996. Origen y composición química de los subproductos agroindustriales. En: Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes. Publ. Miscelánea N° 73. INTA-EEA Rafaela. 59 p.
- Consejo de Canola de Canadá. 2003. Pasta de Canola: guía de la industria alimenticia. Ganado lechero y de engorda. Edit. Dr. Hickling, D. Winnipeg, Manitoba, 3th Ed. Canada. 17 p.
- Fernández, H.H. 2004. Un procedimiento simple para estimar parámetros de funciones útiles en producción animal usando solver de excel. Rev. Arg. Prod. Anim. 24(1-2): 75-81.
- Gaggiotti, M.C.; Arakaki, L.C.; Gallardo, M.R.; Valtorta, S.E.; Castro, H.C. y Quaino, O.A. 2006. Suplementación con harinas de soja y colza en vacas lecheras con acceso a pastoreo de alfalfa. Revista Argentina de Producción Animal Vol 26 Sup. I: 31-32.
- Kellaway, R. y Porta, S. 1993. Feeding Concentrates. Supplement for dairy cows. Dairy Research and Development corporation. Victoria, Australia. 176 p.
- Mancuso, W.A. 2002. Suplementación con harina de girasol o de colza "00" a vacas lecheras alimentadas con dietas en base a silaje de maíz. Tesis para optar al grado académico de Magíster Scie. Univ. Nac. de Mar del Plata. 94 p.
- Mehrez, A.Z. y E.R. Ørskov. 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.
- Ørskov, E.R. y I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92: 499-503.
- SAS User's Guide: Statistics, Versión 6.12. 1996. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Van Vuuren, A.M., C.J. Van Der Koelen y J. Vroons-De Bruin. 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. Netherlands J. Agric. Sci. 34: 457-467.