EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE PROTEÍNA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA Y EL FLUJO DE AMINOÁCIDOS EN UN SISTEMA DE CULTIVO CONTINUO

S. Gargallo, S. Calsamiglia, A. Ferret
Dept. de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España

INTRODUCCIÓN

El aporte de aminoácidos (AA) absorbibles de origen alimentario depende de la degradabilidad de la proteína en el rumen y de la disponibilidad en el intestino delgado de los aminoácidos no degradados. Trabajos in situ han sugerido que el perfil de AA de la proteína tras su paso por el rumen es distinto al de la proteína original (Erasmus y col., 1994). Sin embargo, los estudios in situ no contemplan los aspectos dinámicos de la fermentación ruminal. Sólo en contadas ocasiones se ha diseñado un experimento destinado a predecir el aporte neto de AA individuales procedente de un suplemento proteico concreto (Titgemeyer y col., 1989). Dicho trabajo demuestra que existen diferencias en la degradabilidad ruminal y en la digestibilidad intestinal entre AA de un mismo suplemento. El planteamiento de este tipo de trabajos está sujeto a la variación de diversos factores difíciles de controlar in vivo y que pueden afectar al flujo de aminoácidos de origen alimentario.

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de la incorporación de niveles crecientes de harina de soja protegida (ST) y gluten meal de maíz (CGM) sobre la fermentación microbiana, el flujo de nutrientes y la degradabilidad relativa de AA en un sistema de cultivo continuo de flujo doble.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 fermentadores de doble flujo continuo (Hoover y col., 1976) inoculados con líquido ruminal extraído de una vaca canulada. El experimento se realizó en tres periodos consecutivos de 8 días cada uno (5 de adaptación y 3 de muestreo). Se diseñaron 8 raciones isonitrogenadas con una relación forraje:concentrado de 55:45, compuestas por una mezcla basal de ingredientes común a todas las raciones (71.2% de la MS total) a la que se añadieron los diferentes tratamientos (28.8% sobre el total de MS). Los tratamientos consistieron en combinaciones de fuentes de N no proteico (urea y triptona) y un suplemento de proteína verdadera (ST o CGM) en las siguientes proporciones: 0% ST (ST-0), 33% ST (ST-33), 66% ST (ST-66), 100% ST (ST-100), 0% CGM (CGM-0), 33% CGM (CGM-33), 66% CGM (CGM-66) y 100% CGM (CGM-100). Todas las raciones cumplían las recomendaciones del NRC (2001). Se buscó un elevado contenido en PB de las raciones (22%) con la finalidad de que todas aportaran suficiente proteína degradable como para no limitar la síntesis de proteína bacteriana, y a la vez permitieran incluir cantidades de ST o CGM que provocaran efectos medibles sobre el flujo de proteína y AA de origen alimentario. Cada fermentador recibió diariamente y de forma semicontínua, 95 g (en MS) de la ración que le había sido asignada al azar. Las condiciones de temperatura (39ºC), pH (6.4 ± 0.05) y las tasas de dilución de las fracciones líquida (10%/h) y sólida (5%/h), se mantuvieron constantes.

De los efluentes obtenidos en los días de muestreo, se tomaron submuestras para analizar el N total, N amoniacal y AGV. Otros 600 ml se liofilizaron para analizar el contenido en MS, cenizas, fibra, bases púricas y AA. El último día de cada periodo experimental se aislaron las bacterias de cada fermentador por centrifugación

diferencial. Las muestras de bacterias obtenidas se liofilizaron y se analizó su contenido en MS, cenizas, N y bases púricas.

El valor de escape ruminal de los aminoácidos individuales (AAi) de cada suplemento se obtuvo a partir de la pendiente entre la cantidad del AAi (g/d) aportada por el suplemento proteico (ST o CGM) y el flujo del AAi en el efluente del fermentador (g/d). Los valores de escape ruminal de cada AAi divididos entre el valor de escape de los AA totales, dieron los valores relativos de escape ruminal.

Los resultados obtenidos se analizaron con el procedimiento GLM del SAS (1988), realizando la comparación de medias con el LSMEANS. La comparación del valor relativo de escape de los aminoácidos dentro de cada suplemento se realizó mediante un test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad real de la MO fue mayor en las dietas ST que en las dietas CGM ($P < 0.05$) y descendió a medida que aumentaba el nivel de proteína no degradable ($P < 0.01$). Sin embargo, ni el tipo ni el nivel de suplemento afectaron a la degradabilidad de la fibra.

La concentración de N amoniacal y la degradación de la proteína disminuyeron a medida que aumentaba el nivel de ST o CGM. Los flujos de N no amoniacal y de N dietario se comportaron de manera similar para ambos suplementos, aumentando a medida que aumentaba el nivel de suplemento proteico. No se observaron efectos del tipo o del nivel de suplemento sobre el flujo de N bacteriano (Tabla 1).

Tabla 1. Efectos del nivel de inclusión de harina de soja tratada (ST) o gluten meal de maíz (CGM) sobre el metabolismo del nitrógeno in vitro.

	ST				CGM				
	0	33	66	100	0	33	66	100	EE
N amoniacal (mg/dl) [a]	46.3	32.7	23.7	15.6	47.6	31.9	23.2	12.5	1.13
Flujo de N (g/d)									
Total	3.91	4.01	4.19	4.09	4.04	4.11	4.07	3.98	0.05
Amoniacal[a]	1.45	1.03	0.75	0.50	1.51	1.02	0.73	0.40	0.03
No amoniacal [a]	2.46	2.98	3.44	3.59	2.53	3.09	3.33	3.58	0.05
Dietario [a]	1.43	1.98	2.22	2.32	1.42	2.05	2.24	2.60	0.07
Bacteriano	1.03	1.00	1.23	1.27	1.10	1.04	1.09	0.99	0.05
Degradación PB (%)[a]	57.2	41.6	33.9	32.1	57.2	38.7	33.4	23.3	2.02
ESPM [a 1]	24.1	24.9	33.9	35.2	28.5	28.9	29.6	28.5	1.58

[a] Efecto del nivel de suplemento $P<0.01$

[1] ESPM = Eficiencia de síntesis de proteína microbiana (g N/kg MO verdaderamente digerida).

La concentración total de AGV y las proporciones molares de acetato y propionato no se vieron afectadas por el tipo o el nivel de suplemento. En las dietas CGM se observó una mayor concentración de AGV ramificados que en las dietas ST, y disminuyó a medida que aumentaba el nivel de suplemento.

Las dietas CGM proporcionaron el mayor flujo de AA totales y esenciales ($P < 0.01$). El mayor flujo de lisina se obtuvo en los fermentadores que recibieron la dieta ST-100 ($P < 0.01$), mientras que la que aportó un mayor flujo de metionina fue la dieta CGM-100 ($P < 0.05$).

La Tabla 2 muestra el escape ruminal relativo de los AA de ST y CGM. Los valores mayores que 1 indican que la degradación ruminal del AA fue menor que la del total de AA aportados por el suplemento; los valores menores que 1 indican que el AA se degradó más que la media de los AA totales.

Tabla 2. Escape ruminal relativo de los aminoácidos de la harina de soja tratada (ST) y del gluten meal de maíz (CGM)

Aminoácido	ST	CGM
AA esenciales	0.85^{c}	0.69^{cde}
Arg	0.81^{c}	0.76^{cde}
His	0.75^{c}	0.96^{cd}
Ile	0.90^{c}	0.63^{de}
Leu	0.86^{c}	0.79^{cde}
Lys	0.65^{c}	0.08^{e}
Met	1.12^{c}	0.45^{de}
Phe	0.88^{c}	0.67^{cde}
Thr	0.96^{c}	0.80^{cde}
Val	0.89^{c}	0.65^{cde}
AA no esenciales	1.19^{bc}	1.47^{c}
Ala	0.91^{c}	1.26^{cd}
Asp	1.88^{ab}	3.07^{ab}
Glu	1.31^{bc}	2.54^{b}
Gly	0.97^{c}	0.72^{cde}
Pro	0.63^{c}	0.73^{cde}
Ser	0.88^{c}	0.99^{cd}
Tyr	2.43^{a}	3.71^{a}
Totales	1.00^{c}	1.00^{cd}
Error estándar	0.14	0.16

^{abcde} Los valores con diferente superíndice dentro de cada suplemento son diferentes ($P < 0.05$).

La dificultad de determinar con precisión el flujo de AA procedentes de los suplementos proteicos impide identificar diferencias significativas. Sin embargo, las tendencias numéricas de ambos suplementos sugieren que la degradación ruminal de los AA esenciales es superior a la de los AA no esenciales.

CONCLUSIONES

La suplementación de raciones con fuentes de proteína de baja degradabilidad ruminal, incrementó el flujo de N dietario y de aminoácidos totales y esenciales, y modificó el perfil de AA del efluente sin afectar al perfil de fermentación ruminal o al flujo de proteína microbiana.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por el proyecto CICYT AGF97-0444

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Erasmus, L. J., P. M. Botha y C.W. Cruywagen. 1994. J. Dairy Sci. 77:541.
Hoover, W. H., B. A. Crooker y C. J. Sniffen. 1976. J. Anim. Sci. 43:528.
NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (7th rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
SAS. 1988. SAS user's guide. SAS Institute, Cary. NC.
Titgemeyer, E. C., N. R. Merchen y L. L. Berger. 1989. J. Anim. Sci. 67:262.