

Comparación de métodos para la estimación de la digestión de la fibra en el heno de alfalfa

R.Rocha^a, C.de Blas^a, L.Perez^b y C.Rodríguez^a.

^aDepartamento de Producción Animal, E.T.S.I.Agrónomos Universidad Politécnica 28040 Madrid.

^bDepartamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria Universidad de Córdoba 14005 Córdoba.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo fue buscar una ecuación de predicción para la digestibilidad de la fibra neutro detergente (FND) en conejos, de cinco henos de alfalfa diferentes a partir de su degradación ruminal a distintas horas y su digestibilidad in vitro.

MATERIAL Y METODOS

Dietas

Se utilizaron las mismas dietas que en la comunicación "Predicción del valor energético y proteico del heno de alfalfa".

Experimento de incubación ruminal in situ

Se utilizaron tres corderos adultos castrados de raza Manchega, provistos de cánula ruminal de 50 mm de diámetro.

Los animales se mantuvieron en adaptación a la dieta durante 15 días, tras los cuales se inició la experiencia. Recibieron una dieta de mantenimiento a base de pienso compuesto y heno de pradera en una relación 2:1. Esta ración se suministraba a las 9 de la mañana y las 5 de la tarde. Durante la experiencia los animales se mantuvieron alojados en boxes individuales.

La metodología para la incubación "in situ" se ajusta a la propuesta para el establecimiento de un método estándar europeo (CEE - EAAP, 1986).

Las bolsas utilizadas se confeccionaron con tejido de nylon con tamaño de poro de 46 µm (nylon Blutex, referencia 120, Tripette & Renauld, París - Francia). El tejido se cortó en cuadros de 15 cm de lado, doblándose por la mitad y soldándose el borde superior y lateral con doble soldadura con una selladora térmica (Dover Pack-T 30-N).

Cada bolsa numerada, se secó en estufa a 80°C durante una hora, a continuación se introdujeron 3 gr de muestra molida a un tamaño de partícula de 2 mm, sellándose finalmente el borde libre.

Se realizaron dos series de incubaciones para cada muestra y animal. Cada serie estuvo constituida por 7 bolsas que se incubaron 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas.

Las bolsas correspondientes a una serie de dos alimentos se ataron a una cadena de acero inoxidable de un peso aproximado de 250 gr para facilitar su inmersión en el saco ventral del rumen. La cadena se ató a la tapa de la cánula ruminal con un hilo de poliéster de 50 cm de longitud.

Después de extraídas del rumen, las bolsas se lavaron con agua fría y se congelaron hasta su posterior análisis. Una vez descongeladas se lavaron 3 veces durante 5 minutos en agua fría en una minilavadora de turbina. Tras ser escurridas por gravedad se desecaron en estufa a 80°C durante 48 horas, obteniéndose su peso seco.

Experimento de digestibilidad

Ya descrito en la comunicación "Predicción del valor energético y proteico del heno de alfalfa".

Análisis estadístico

La evolución de la desaparición de la fibra neutro detergente, en el tiempo, para cada muestra, mediante regresión no lineal, se ajusta al modelo de ecuación exponencial simple propuesta por Orskov McDonald (1979):

$$d = a + b * (1 - e^{-ct})$$

d: desaparición de FND en un tiempo t.

a: fracción inmediatamente soluble o de muy rápida degradación.

b: fracción insoluble potencialmente degradable.

c: tasa fraccional de degradación de la fracción B.

La modelización de las cinéticas de degradación se realizó por regresión no lineal en proceso iterativo con el procedimiento de Marquadt del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985)

Los datos utilizados para la modelización correspondieron a los tres corderos en cada alfalfa, considerando cada cordero como una repetición.

El análisis de regresión stepwise se utilizó para desarrollar ecuaciones de regresión utilizando parámetros químicos y la degradación ruminal como variables independientes siendo las variables dependientes las digestibilidades in vivo en conejos.

RESULTADOS

El tipo de heno de alfalfa, tiempo de incubación y su interacción tuvieron una influencia significativa en la degradación de FND ($P < 0.001$), las diferencias entre las dietas A y E aumentaron con el tiempo de incubación (Cuadro 5). La degradabilidad ruminal de la FND (FND_{dr}) se incrementó curvilineamente con el tiempo de incubación. El mejor ajuste se obtuvo con el modelo propuesto por Orskov y McDonald (1979). Las ecuaciones de regresión que se obtuvieron para cada heno de alfalfa fueron ($n=18$):

Alfalfa A:

$$FND_{dr} = 0.036(\pm 0.022) + 0.635(\pm 0.025) * (1 - e^{-0.054(\pm 0.006)*t}) \quad r^2 = 0.99$$

Alfalfa B:

$$FND_{dr} = 0.034(\pm 0.027) + 0.543(\pm 0.034) * (1 - e^{-0.048(\pm 0.009)*t}) \quad r^2 = 0.97$$

Alfalfa C:

$$FND_{dr} = 0.015(\pm 0.018) + 0.558(\pm 0.024) * (1 - e^{-0.042(\pm 0.006)*t}) \quad r^2 = 0.98$$

Alfalfa D:

$$FND_{dr} = 0.050(\pm 0.019) + 0.539(\pm 0.034) * (1 - e^{-0.033(\pm 0.006)*t}) \quad r^2 = 0.98$$

Alfalfa E:

$$FND_{dr} = 0.034(\pm 0.019) + 0.471(\pm 0.028) * (1 - e^{-0.039(\pm 0.007)*t}) \quad r^2 = 0.97$$

De acuerdo con estos resultados, la fracción soluble no fue significativamente diferente de cero en ninguna de las dietas, mientras que la fracción potencialmente degradable y la tasa de degradación de la FND tendieron a disminuir cuando aumentaba el contenido en fibra.

Predicción del valor nutritivo de los henos de alfalfa

La degradabilidad ruminal de la FND a diferentes tiempos de incubación se incluyó como variable independiente para predecir las digestibilidades de la FND en conejos.

La mejor ecuación de predicción para la digestibilidad de la FND (FND_d) se obtuvo con la FND_{dr} tras 48 h de incubación (Cuadro 5):

$$FND_d = 0.031(\pm 0.046) + 0.410(\pm 0.087) FND_{dr/48h}; R^2 = 0.36; P < 0.001$$

Aunque los valores absolutos de la digestibilidad de la FND se encontraron entre los valores de FND_{dr} 8-16h de incubación.

La digestibilidad in vitro de la FND estuvo poco relacionada con la digestibilidad de la FND ($R=0.43$). Al excluir los datos de fermentación ruminal del análisis, el método stepwise seleccionó un modelo de regresión múltiple, escogiendo los contenidos en FND y PB de la dieta (% MS) como variables independientes:

$$FND_d = 0.205(\pm 0.128) - 0.002(\pm 0.001) FND + 0.007(\pm 0.003) PB; r^2 = 0.382; \\ P < 0.001$$

Las correlaciones más altas de FND_d con la composición en azúcares neutros de los polisacáridos no amiláceos (PNA) se obtuvieron con los contenidos en arabinosa, galactosa, glucosa y ácidos urónicos (g/kg PNA): 0.44, 0.53, -0.31, y 0.50 respectivamente.

DISCUSION

La predicción de la digestibilidad de la FND mejoró sensiblemente cuando se consideró la degradabilidad ruminal de la FND después de 48 h.

Los resultados de este trabajo mostraron que los métodos de laboratorio in vitro diseñados para dietas completas y alimentos concentrados necesitan algunos retoques para poder ser aplicados en la predicción de la digestibilidad de la FND de forrajes en conejos.

BIBLIOGRAFIA

AOAC, 1984. Official Methods of Analysis (14th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 1141pp.

Blumenkrantz, B. and Asboe-Hansen, G., 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*, 54: 484-489.

CEE-EAAP, 1986. Proposed european standard method for artificial fibre bag estimation of protein degradability. Brussels, 4p.

Gidenne, T., 1990. Digestion des constituants parietaux et activite fermentaire caecale chez le lapin en croissance: incidence du taux d'incorporation et de la granulométrie de la source de fibre. *Ann. Zootech.*, 41: 33-34.

Gidenne, T., 1991. Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 32: 215-221.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1970. Forage Fiber Analysis. USDA Agricultural Handbook 379, USDA, Washington, DC.

Harris, P.M., Henry R.J., Blakeney, A.B. and Stone, B.A., 1984. An improved procedure for the methylation analysis of oligosaccharides and polysaccharides. *Carbohydrate Research*, 127: 59-73.

Orskov, E.R. y McDonald, I., 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.

Ramos, M.A., Carabaño, R. and Boisen, S., 1992. An in vitro method for estimating digestibility in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15: 938-946.

Statistical Analysis Systems Institute, 1985. SAS User's guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Wiseman, J., Villamide, M.J., de Blas, C. and Carabaño, R.M., 1992. Prediction of the dietary energy value of feeds for rabbits. 1. Individual classes of feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 39: 27-38.

CUADROS

Cuadro 1. Composición química de los henos de alfalfa (g.kg^{-1} MS)
Heno de alfalfa

Ítem	A	B	C	D	E
MS	902	919	918	923	937
Cenizas	116	114	112	102	105
FB	248	299	287	309	372
FND	387	478	489	490	550
FAD	295	355	358	367	402
LAD	60	80	79	80	90
PNA	315	324	359	340	413
PB	220	222	209	177	169
Nfad	2.0	2.3	2.0	2.0	2.3
Nfnd	5.0	8.3	7.3	5.2	6.6
EB, kJ.g^{-1} MS	17.9	18.0	17.8	18.2	17.9

MS: Materia seca. FB: Fibra bruta. FND: Fibra neutro detergente. FAD: Fibra ácido detergente. LAD: Lignina ácido detergente. PNA: Polisacáridos no amilaceos. PB: Proteína bruta. Nfad: Nitrógeno ligado a FAD. Nfnd: Nitrógeno ligado a FND

Cuadro 2. Composición en polisacáridos no amilaceos (PNA) de los henos de alfalfa (g.kg⁻¹ PNA)

Henos de alfalfa

Item	A	B	C	D	E
Rhamnosa	22	19	14	24	17
Fucosa	9	22	6	18	12
Arabinosa	54	49	44	53	36
Xylosa	139	136	145	132	145
Mannosa	28	31	31	29	29
Galactosa	54	49	50	50	46
Glucosa	489	469	507	473	523
Acidos urónicos	235	225	203	220	191

Cuadro 3. Digestibilidad de nutrientes in vitro de los henos de alfalfa

Henos de alfalfa

Item	A	B	C	D	E	ETM ¹
MS	0.619	0.544	0.555	0.530	0.492	0.004
MO	0.596	0.529	0.544	0.516	0.470	0.007
FND	0.226	0.212	0.231	0.220	0.197	0.011

¹ Error típico de las medias (n=3)**Cuadro 4.** Efecto del tipo de alfalfa sobre la digestibilidad aparente de nutrientes

Heno de alfalfa

Item	A	B	C	D	E	ETM ¹	p ²
MS	0.547 ^a (11) ^d	0.477 ^b (13)	0.464 ^b (9)	0.470 ^b (10)	0.407 ^c (8)	0.007	0.001
MO	0.524 ^a (11)	0.455 ^b (13)	0.438 ^b (9)	0.455 ^b (10)	0.377 ^c (8)	0.008	0.001
FND	0.276 ^a (9)	0.259 ^{ab} (8)	0.249 ^{ab} (8)	0.227 ^{bc} (8)	0.204 ^c (8)	0.012	0.001

¹ Error típico de las medias² Probabilidad de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos

a,b,c Las medias con superíndices son diferentes estadísticamente (P<0.05)

^d Numeros entre paréntesis indican el número de análisis por dieta

Cuadro 5. Efecto del tiempo de incubación (h) y tipo de alfalfa sobre la degradabilidad de FND (%)

Tiempo de incubación	Alfalfa		ETM ¹		p ²		
	A	B	C	D	E		
2	11.6	10.3	6.8	8.8	8.4	1.26	0.10
4	12.9	12.8	9.7	10.8	9.2	1.27	0.16
8	26.8 ^a	19.7 ^b	18.0 ^b	20.2 ^b	15.6 ^b	1.64	0.001
16	44.1 ^a	28.4 ^b	25.3 ^b	26.2 ^b	24.0 ^b	2.53	0.001
24	47.4 ^a	46.3 ^a	39.1 ^{ab}	36.2 ^b	33.5 ^b	3.00	0.01
48	61.0 ^a	53.1 ^b	52.0 ^b	48.6 ^b	42.7 ^c	1.88	0.001
72	67.0 ^a	54.2 ^b	53.0 ^{bc}	53.6 ^b	47.8 ^c	1.80	0.001

¹ETM = Error típico de las medias (n=6)

²P = Probabilidad de diferencias significativas

