

Estudio comparativo de la degradabilidad fermentativa de la materia orgánica de gramíneas forrajeras templadas y tropicales, y su relación con el N disponible a nivel ruminal

Comparative study of the fermentative degradability of organic matter of temperate and tropical grazed grasses, and its relationship with rumen available N

Marichal*, M. de J., Trujillo A.I y Carriquiry, M.

Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay, marichal@fagro.edu.uy

Resumen

Se estimó y comparó la degradabilidad efectiva (DE) y la cinética de la degradación de la materia orgánica (MO), y se estimó la relación N disponible en rumen : MO fermentable en el rumen (NDR : MOF) de gramíneas templadas (C3) y tropicales (C4). Se evaluó forraje de ryegrass, avena y trigo (C3), y maíz y sorgo (C4). La degradación de la MO en el rumen se estudió por la técnica "in sacco", usándose tres vacas Holando canuladas en un diseño completamente aleatorizado usando un modelo mixto. Las C3 presentaron mayor DE ($P < 0.005$), fracción soluble (FS) ($P < 0.02$), similar fracción potencialmente degradable (FPD) ($P = 0.19$) y mayor tasa de degradación (kd) ($P < 0.001$) que las C4. En las C4 se observó ($P < 0.009$) un tiempo de demora en el inicio de la digestión (L). Se registraron diferencias en DE ($P < 0.02$) entre algunas especies dentro de cada tipo de plantas, y en FS ($P < 0.03$) entre las especies C3. Los contenidos de MOF de las C3 y C4, y de las especies evaluadas, reflejaron las diferencias ($P < 0.05$) en DE, ya que sus contenidos de MO fueron similares ($P = 31$). El contenido PC y la DE del N no difirieron ($P = 0.27$) entre C3 y C4, ni entre las especies evaluadas, resultando en aportes similares de proteína degradable en rumen. Como consecuencia de lo anterior, las gramíneas evaluadas diferirían en su potencial de suministro de energía utilizable para la población microbiana, pudiendo estar limitada la multiplicación de los microorganismos por un desbalance entre el suministro N degradable y de energía fermentable.

Palabras clave: gramíneas, materia orgánica, degradabilidad.

Abstract

The objective of this study was to estimate and compare effective ruminal degradability (ERD) and rumen disappearance kinetics of organic matter (OM), and to estimate the relationship between rumen available N and fermentable OM (RAN : FOM) of temperate (C3) and tropical (C4) grasses. Grasses studied were ryegrass, oat and wheat (C3), and corn and sorghum (C4). Rumen degradation of MO was studied by the nylon bag technique, with three cannulated Holstein cows in a complete randomized design using a mixed model. C3 grasses showed larger ERD ($P < 0.005$), soluble fraction (SF) ($P < 0.02$), similar potentially degradable fraction (PDF) ($P = 0.19$), and faster degradation rate (kd) ($P < 0.001$) than C4. In C4 grasses a lag time (L) was observed, Differences were registered in ERD ($P < 0.02$) among species within type of plants, and in SF ($P < 0.03$) among C3 species. Content of FOM in C3's and C4's, and in the species evaluated, reflected differences ($P < 0.05$) in OM ERD since their content of OM was similar ($P = 31$). Temperate and tropical grasses, and species evaluated, presented similar rumen degradable protein since their CP content and ERD of N did not differ ($P = 0.27$). Evaluated grasses seem to differ in their potential to provide energy for microorganisms, and lack of balance between rumen degradable protein and fermentable energy may limit microbial growth.

Key words: grasses, organic matter, degradability.

Introducción

Uno de los objetivos de una nutrición adecuada del rumen es maximizar la cantidad de proteína degradable (PDR) que es capturada por las células microbiana a efecto de optimizar el suministro de aminoácidos en el intestino delgado, y minimizar la contaminación ambiental resultante de la excreción de N en la orina de los animales. Para cumplir esta meta, la población microbiana debe disponer de la energía y los nutrientes requeridos, en cantidades y relaciones adecuadas. En términos generales, el aporte energético de los forrajes verdes se considera el factor más limitante del crecimiento microbiano, estando definido este aporte energético por el contenido de materia orgánica fermentable (MOF). En los forrajes la fermentabilidad

de la MO es función, principalmente, de la relación carbohidratos (CHO) no estructurales del contenido celular: CHO de la pared celular, así como ellos se presentan. Por lo que es de esperar que a nivel ruminal, el aporte energético de las gramíneas forrajeras C3 sea mayores que el de las gramíneas C4, por presentar las segundas mayor proporción de pared celular la cual que a su vez están más lignificadas (Van Soest, 1994). Dado que la síntesis de proteína por los microorganismos del rumen depende de la disponibilidad de N y de carbohidratos, la relación N disponible en el rumen : MO fermentable (NDR : MOF) , podría estar influyendo en la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana, (Bach et al., 2005). Fueron objetivos de este trabajo estimar y comparar la degradabilidad efectiva de la MO y la cinética de la degradación de la misma, y estimar la relación NDR : MOF de gramíneas templadas y tropicales sembradas para pastoreo.

Materiales y Métodos

Se evaluó el forraje de tres gramíneas templadas (C3) (*Lolium multiflorum*, va. E284 (raigrás) , *Avena sativa*, va. 1095A (avena) y *Triticum aestivum* cv. Buck Charrúa (trigo)) y dos gramíneas tropicales (*Zea mays* va. Cangüe (maíz) y *Sorghum vulgare*, cv. SX 121 (sorgo)) cosechadas en parcelas experimentales ubicadas a 34.5°S, 56°W de latitud sur. Los procedimientos experimentales fueron los indicados por Marichal et al. (2007). Adicionalmente, en las muestras de pasturas se determinó cenizas y EE de acuerdo al AOAC (1990), y en los residuos de las incubaciones ruminales se cuantificaron las cenizas. Los valores de degradabilidad efectiva (DE) de la MO, la partición de la MOF en las fracciones soluble (FS) y potencialmente degradable (FPD), la tasa de degradación (kd) de la FPD y la presencia de un tiempo de demora en el inicio de la digestión (L) así como el análisis estadístico de los resultados se describen en estudio precedente, referido a la degradabilidad y digestibilidad a nivel intestinal del N de los mismos materiales evaluados en el presente estudio. En dicho estudio se presentan los procedimientos empleados para estimar la PC y la DE del N cuyos valores se utilizaron en el presente estudio para cuantificar el aporte de nitrógeno degradable en el rumen.

Resultados y Discusión

Las gramíneas C3 presentaron mayores ($P < 0.005$) DE que las gramíneas C4, corroborado por las diferencias ($P < 0.05$) registradas en la cantidad y las características de la pared celular (FDN: 50 vs 63 %, FDA: 22,5 vs 36.5%, y LDA: 1,8 vs 4,3% , para C3 y C4 respectivamente). Dentro de cada tipo de planta, se registraron ciertas tendencias ($P < 0.06$) en DE de la MO. La DE del raigrás tendió ($P < 0.07$) a ser mayor que la DE de la MO de la avena, mientras que el trigo presentó un valor intermedio que no diferiría ($P = 0.15$) de las otras dos especies. Así mismo, la DE del maíz tendió a ser mayor ($P < 0.07$) que la DE del sorgo. Las gramíneas C3 mostraron mayor ($P < 0.02$) FS, similar ($P = 0.19$) FPD, resultando en una mayor ($P < 0.05$) proporción de MO desaparecida (FS+FPD) en las C3 (95%) que en las C4 (70%). La tasa de degradación de la FPD de la MO de las gramíneas templadas fue el doble ($P < 0.001$) que la de las gramíneas tropicales. La degradación de FPD de la MO de las gramíneas C3 se comenzó rápidamente ($L=0$) mientras que en las gramíneas C4 se registró $P < 0.009$ un tiempo de demora en el inicio de la digestión de aproximadamente 12 h. No se registraron diferencias ($P = 0.12$) en tiempo de retardo de la digestión entre las especies de cada tipo de plantas (Cuadro 1). Los contenidos de MOF (MOF = MOF x DE) de las gramíneas templadas y de las gramíneas tropicales, así como de las especies evaluadas, reflejaron las diferencias ($P < 0.05$) en DE registradas, ya que los contenidos de MO en las C3 y C4, y en las especies de cada tipo de plantas, fueron similares ($P = 31$). En contraposición, los aportes de proteína degradable en rumen (PDR) fueron similares para las C3 y C4, así como para las especies evaluadas, ya que no se evidenciaron diferencias en los contenidos de PC ($P = 0.57$) ni la DE ($P = 0.27$) del N (Marichal et al., 2007). Como consecuencia de lo anterior, las C3 aparecen con un menor relación N degradable (N degradable = N x DE) / kg MOF, que las C4 (37 vs 50 g de PDR / kg de MOF), siendo esta diferencia resultado del valor registrado en el sorgo (63 g de N degradable-kg MOF) ya que las demás especies presentaron valores entre 32 y 42 g de N deg/ MOF. Estos últimos valores se encuentran en el rango reportado para las gramíneas (11 a 47 g de N/ kg MOF, Beever and Simmons, 1985). La avena, el trigo y el maíz aparecen como gramíneas que pueden contribuir a optimizar la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana pues presentan relaciones entre el N disponible en el rumen (NDR = 1.1 x N x DE; Bach et al., 2005) y la MOF, cercanas a las reportadas (Bach et al., 2005) para lograr la máxima eficiencia de síntesis (40-42 g N disponible en rumen/kg MOF, 69% eficiencia). El raigrás y el sorgo aparecen como gramíneas desbalanceadas con déficit (raigrás) o exceso (sorgo) de N disponible en relación a la energía fermentable.

Cuadro 1. Degradabilidad efectiva y parámetros de la cinética de la degradación de la Materia Orgánica de gramíneas templadas (C3) y tropicales (C4)

	Gramíneas				Gramíneas C3 ¹			Gramíneas C4 ¹			
	C3	C4	ES	Pr>F	Avena	Ryegrass	Trigo	Maíz	Sorgo	ES	Pr>F
Nº de muestras	5	3			2	2	1	2	1		
DE ³ , %	69 ^a	39 ^b	2	0.005	60 ^b	78 ^a	68 ^b	47 ^c	31 ^c	3	0.050
FS ⁴ , %	37 ^a	24 ^b	2	0.017	29 ^b	50 ^a	33 ^b	27 ^b	22 ^b	3	0.033
FPD ⁴ , %	58	46	6	0.191	58	50	67	55	37	10	0.438
Kd ⁴ %/h	7.6 ^a	3.0 ^b	1	0.001	7.5	8.1	7.2	4.3	1.7	1	0.514
L, h	0 ^b	12 ^a	3	0.009	0	0	2	5	19	4	0.126

a, b : En las filas, valores con distinta letra, son diferentes (P<0.05);

ES = error estándar ; P>F del efecto tipo de metabolismo (C3 , C4), o ES y P>F del efecto especie anidado en tipo de metabolismo

¹ C3 = especies templadas; C4 = especies tropicales

² n = número de observaciones (cortes)

³ DE = FS + FDP x (kd/(kd +kp)); kp = tasa de pasaje, 0.06%/h

⁴ FS = fracción soluble, FPD = fracción potencialmente degradable , kd = tasa de degradación y L = tiempo de demora en el inicio de la digestión (estimado con el modelo $D = a + b (1 - e^{-kd(t-L)})$) (Dhanao , 1988)

Conclusiones

Las gramíneas evaluadas tendrían diferentes potenciales de suministro de energía utilizable para la población microbiana, pudiendo estar limitada la multiplicación de los microorganismos por un desbalance entre el suministro N degradable y de energía fermentable en algunas de las especies estudiadas.

Literatura Citada

- Bach, A., S. Calsamiglia and M.D Steern. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. J.Dairy Sci. 88 (E. Suppl.): E9-E21.
- Beever, D.E. and R.C. Simmons. 1985. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: Control of digestion and Metabolism in Ruminants. Ed. L.P.Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson. Proc.6th Intl.Symp. on Ruminan Physiology. Prentice-Hall, New Jersey.
- Van Soest, J.P. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press.Ithaca,New York.