

El horario de corte y el tipo de metabolismo fotosintético afectan la relación azúcares/nitrógeno de las pasturas

Cajarville C.¹, Britos A.¹, Caramelli A.¹, Antúnez M.¹, Zanoniani R.^{1,2}, Boggiano P.², Repetto J.L.^{1,3}.

¹ Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Veterinaria (UdelaR), Lasplaces 1550, Montevideo, Uruguay.

² Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, EEMAC (UdelaR)

³ Dirección actual: Departamento de Bovinos, Facultad de Veterinaria (UdelaR)

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del tipo de metabolismo fotosintético y del momento del día sobre la composición química y la relación azúcares/N de una gama amplia de pasturas en estado vegetativo. Forrajes provenientes de 42 parcelas (19 especies diferentes) se cortaron en 3 horarios: 9:00, 13:00 y 17:00 h. En cada corte se determinó el contenido en materia seca (MS), fibra neutro detergente (FND), cenizas, azúcares y N. Los resultados se compararon entre tipos metabólicos y horarios de corte. Las plantas C4 presentaron mayores contenidos en MS ($P<0.001$), FND ($P<0.001$) y azúcares ($P=0.048$), y menores de compuestos nitrogenados ($P<0.001$). La relación azúcares/N fue más de 2.5 veces más alta en las pasturas C4 que en las C3 ($P<0.001$). Entre las distintas horas de corte se observaron diferencias en el contenido de azúcares ($P<0.001$) y en la relación azúcares/N ($P<0.001$), que aumentaron en el correr del día. Los incrementos entre el primer y el último corte del día fueron en promedio para los azúcares un 50%, y un 66% para la relación azúcares/N. Se discute la implicancia de estas variaciones en la fermentación ruminal y el consumo voluntario de los forrajes.

Palabras clave: pasturas, azúcares, fermentación ruminal

Abstract

The aim of this work was to determine the effect of photosynthetic metabolic type and of the timing of cut on chemical composition and on the rate water soluble carbohydrates/nitrogen (wsc/N) of a wide variety of forages in a vegetative stage. Forages from 42 paddocks (19 different species) were taken at three moments of the day: 9:00, 13:00 and 17:00 h. Each cut was analysed for dry matter (DM), neutral detergent fibre (NDF), ash, wsc and N. Results were compared between metabolic types and timing of cuts. C4 plants had higher DM ($P<0.001$), NDF ($P<0.001$) and wsc ($P=0.048$), and lower N ($P<0.001$) contents. The rate wsc/N was 2.5 times higher in C4 pastures than in C3 ($P<0.001$). There were differences between moments of cut in wsc contents ($P<0.001$) and in the rate wsc/N ($P<0.001$), which augmented throughout the day. Increments between the first and the last cut in the day were, on average for wsc 50% and for the rate wsc/N 66%. Possible consequences of these variations on ruminal fermentation and on voluntary intake are discussed.

Key words: pastures, water soluble carbohydrates, rumen fermentation

Introducción

Las plantas forrajeras pueden clasificarse en función de su metabolismo fotosintético, aquellas cuyos productos iniciales de la fotosíntesis son azúcares de 3 carbonos se denominan C3 y las que producen compuestos de 4 carbonos C4. Estas últimas presentan mayor eficiencia en el uso del agua y en la capacidad de crecimiento presentando habitualmente menores contenidos en materias nitrogenadas que las C3 (Van Soest, 1994; Jarrige et al., 1995). Por otra parte, se han descrito variaciones diurnas en la composición química de las plantas. Así, es sabido que el contenido en azúcares aumenta a lo largo del día, dado que la tasa de fotosíntesis excede el ritmo de respiración y de fijación de carbono (Smith, 1973; Ciavarella et al., 2000). Las variaciones en la composición química tienen consecuencias directas sobre el valor nutritivo de los forrajes. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del tipo de metabolismo fotosintético y del horario de corte sobre la composición química de diferentes pasturas cosechadas en estado vegetativo.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria (Montevideo). Forrajes en estado vegetativo, provenientes de 42 parcelas de diferentes puntos del país (Departamentos de San José, Colonia, Florida y Paysandú: 30-35° S, 53-58° O) fueron cortados en 3 horarios diferentes: 9:00, 13:00 y 17:00 h. Las muestras obtenidas contenían especies puras (39 del total) o mezclas (3 del total) y correspondieron a 19 especies diferentes de los tipos metabólicos C3 (*Lolium multiflorum*, *Medicago sativa*, *Lolium perenne*, *Lolium* híbrido (*multiflorum x perenne*), *Bromus auleticus*, *Lotus tenuis*,

Trifolium pratense, *Trifolium repens*, *Trifolium alexandrinum*, *Cichorium intybus*, *Lotus corniculatus*, *Avena sativa*, *Lotus pedunculatus*, *Plantago lanceolata*, *Festuca arundinacea*) y C4 (*Sorghum sudanense*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum dilatatum*). Los cortes se realizaron a 1 cm del suelo. Sobre las muestras se determinó materia seca (MS), cenizas, nitrógeno (N) (A.O.A.C, 1984), fibra neutro detergente (FND) (Robertson y Van Soest, 1981), azúcares solubles (Yemm y Willis, 1954). Los resultados de composición química para diferentes tipos metabólicos (C3 y C4) y horarios (9:00, 13:00 y 17:00 h) fueron comparados utilizando el GLM del SAS. Las medias para los diferentes horarios fueron separadas por contrastes ortogonales.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de composición química según el tipo de metabolismo fotosintético de los forrajes. Como se observa, las plantas C4 presentaron mayores contenidos en MS, FND y menores de compuestos nitrogenados. Este hecho, que indica un menor valor nutritivo de las C4, coincide con datos de la bibliografía (Jarrige et al., 1995) y es debido seguramente a la diferente relación entre las partes de la planta. Sin embargo, es de destacar que los forrajes C4 presentaron mayores concentraciones de azúcares. Como resultado de la mayor concentración de azúcares y el menor contenido de N, la relación azúcares/N fue más de 2.5 veces más alta en las pasturas C4 que en las C3. El contenido en N promedio de los forrajes C4 se aproxima a lo que algunos autores consideran mínimo indispensable para asegurar una provisión suficiente de N a los microorganismos ruminales (Stern et al., 1994). Es posible que, contrariamente a lo descrito para forrajes C3 (Delagarde et al., 2000; Repetto et al., 2005; Cajarville et al., 2006a), en este tipo de forrajes la limitante para el crecimiento de los microorganismos ruminales no sean los carbohidratos de rápida degradación sino los compuestos nitrogenados.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de los componentes químicos analizados de acuerdo al horario de corte. Solamente se observaron diferencias en el contenido en azúcares, que fue aumentando en el correr del día (ver también figura). En promedio, los forrajes aumentaron un 50 % su contenido en azúcares entre las 9:00 y las 17:00 h, observándose los mayores aumentos para *Paspalum notatum*. La variación en el contenido en azúcares fue responsable del importante aumento de la relación azúcares/N a medida que avanzó el día (66 % en promedio entre el primer y el último corte), ya que la concentración de N se mantuvo constante. El aumento en la concentración de azúcares y de la relación entre azúcares y materias nitrogenadas en alfalfa y festuca en el correr del día, ha sido asociado con una mayor fermentación ruminal (Berthiaume et al., 2006; Repetto et al., 2006). En este sentido, Cajarville et al. (2006b) suministrando a corderos un mismo forraje cortado por la mañana o por la tarde, observaron que el forraje cortado por la tarde provocó valores más bajos de pH ruminal, indicando una mayor intensidad en los procesos fermentativos. Por otra parte, existen estudios que muestran que ovejas, cabras y ganado vacuno consumen voluntariamente más cantidad de heno cuando éstos provienen de forrajes cosechados por la tarde, en comparación con aquellos cosechados por la mañana (Fisher et al., 1999; Fisher et al., 2002; Burns et al., 2005), lo cual ha sido asociado al mayor contenido en carbohidratos solubles. Los resultados del presente trabajo, sumado a lo comunicado por la bibliografía indican grandes variaciones en el potencial nutritivo de los diferentes forrajes y manejos. El conocimiento de la composición química de los diferentes forrajes y los factores que inciden en las variaciones de los mismos son fundamentales para realizar un manejo racional de la alimentación de animales en pastoreo.

Conclusiones

Las plantas C4 presentaron mayores contenidos de materia seca, fibra neutro detergente y azúcares, menores contenidos en N y una mayor relación azúcares/N que las C3. El contenido en azúcares de las pasturas se incrementó con el correr del día, así como la relación azúcares/N

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por CSIC (programa I+D, 2005) y por International Foundation for Science (project B/3028-1).

Referencias Bibliográficas

- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Berthiaume R., G. Tremblay, Y. Castonguay, A. Bertrand, G. Bélanger, C. Lafrenière, R. Michaud, 2006. Length of the daylight period before cutting improves rumen fermentation of alfalfa assessed by in vitro gas production. *Journal of Dairy Science* 89(Suppl 1): 102.
- Burns J.C, H.F. Mayland, D.S. Fisher, 2005. Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. *Journal of Animal Science* 83: 262-270.

- Cajarville C., M. Aguerre, J.L. Repetto, 2006a. Rumen pH, NH₃-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Animal Research* 55: 511-520.
- Cajarville C., A. Pérez, M. Aguerre, A. Britos, J.L. Repetto, 2006b. Effect of timing of cut on ruminal environment of lambs consuming temperate pastures. *Journal of Dairy Science* 89 Suppl. 1: 103.
- Ciavarella T.A., R. J. Simpson, H. Dove, B.J. Leury, I.M. Sims, 2000. Diurnal changes in the concentration of water-soluble carbohydrates in *Phalaris aquatica* L. pasture in spring, and the effect of short-term shading. *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 749-756.
- Delagarde R, J.L. Peyraud, L. Delaby, P. Faverdin, 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: Interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology* 84: 49-68.
- Fisher D.S., H.F. Mayland, J.C. Burns, 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. *Journal of Animal Science* 77: 762-768.
- Fisher D.S., H.F. Mayland, J.C. Burns 2002. Variation in ruminant preference for alfalfa hays cut at sunup and sundown. *Crop Science* 42: 231-237.
- Jarrige R., E. Grenet, C. Demarquilly, J.M. Beslé, 1995. Les constituents de l'appareil végétatifs des plantes fourragères. En: *Nutrition des ruminants domestiques*. Ed. INRA, Paris.
- Robertson J.B., P.J. Van Soest, 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: *The analysis of dietary fibre in food*. (Eds. W.P.T. James, O. Theander) pp: 123-158. Marcel Dekker, N.Y.
- Smith D. 1973. The non-structural carbohydrates. En: *Chemistry and Biochemistry of herbage*. Vol 1. Ed. Butler, G.W. and Bailey R.W. NY Academic Press, USA.
- Stern M. D., S. Calsamiglia y M.I. Endres. 1994. Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbono y del nitrógeno en el rumen. En: *Nuevos sistemas de valoración de alimentos y programas alimenticios para especies domésticas*. Ed. FEDNA, Madrid.
- Van Soest P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2ª Edition. Ed. Cornell University Press, USA.
- Yemm. E.W. y A.J. Willis. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57: 508-514.

Tabla 1. Composición química de las pasturas estudiadas según el tipo metabólico (C3: n=38; C4: n=4)

	Tipo Metabólico (%)		ESM	P
	C3	C4		
MS	18.06	29.89	1.694	<0.001
FND	40.14	65.46	1.585	<0.001
cenizas	10.63	9.596	0.243	<0.001
azúcares	7.755	9.422	0.661	0.048
N	3.160	1.584	0.143	<0.001
azúcares/N	2.671	6.805	0.352	<0.001

MS: materia seca; FND: fibra neutro detergente; N: nitrógeno

ESM: error estándar de las medias; 9 vs (13+17), 13 vs 17: Probabilidad del contraste de las 9:00 h vs los demás horarios y de las 13:00 h vs las 17:00 h, respectivamente.

Tabla 2. Composición química de las pasturas estudiadas (n = 42) según el horario de corte

	Hora de corte (%)			ESM	Contrastes (P)	
	9:00	13:00	17:00		9 vs (13+17)	13 vs 17
MS	18.47	18.94	20.41	2.075	ns	ns
FND	44.87	41.15	41.13	1.942	ns	ns

cenizas	10.65	10.58	10.41	0.296	ns	ns
azúcares	6.291	7.998	9.386	0.810	<0.001	0.053
N	3.139	3.092	2.872	0.175	ns	ns
azúcares/N	2.302	2.892	3.814	0.431	<0.001	0.042

MS: materia seca; FND: fibra neutro detergente; N: nitrógeno

ESM: error estándar de las medias; 9 vs (13+17), 13 vs 17: Probabilidad del contraste de las 9:00 h vs los demás horarios y de las 13:00 h vs las 17:00 h, respectivamente.

Figura 1. Evolución diaria de la concentración de azúcares en diferentes especies forrajeras. A: pasturas C3, B: pasturas C4.

