

CONCENTRACIÓN DE *n*-ALCANOS EN *PANICUM COLORATUM* L. CV VERDE

Ferri, Carlos M.; Pagella, José H.; Brizuela, Miguel A. y Stritzler, Néstor P. 2007. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Facultad de Agronomía, UNLPam; Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP; EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", INTA.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Megatérmicas](#)

RESUMEN

Los *n*-alcanos presentes en las ceras de la membrana cuticular de las plantas, conjuntamente con la administración por vía oral de *n*-alcanos sintéticos, pueden ser utilizados como marcadores para estimar el consumo individual de forrajes. El objetivo del trabajo fue cuantificar la concentración y la variabilidad debida a la duración del período de acumulación de forraje y a la estación de crecimiento de *n*-alcanos (*n*-C₂₇ a *n*-C₃₅) presentes en *Panicum coloratum* L. cv Verde. Las evaluaciones se efectuaron durante dos estaciones de crecimiento. En la primera, los tratamientos se generaron mediante la acumulación del forraje producido luego de cortes realizados a principios de Octubre, y mediados de Enero y Febrero. En la segunda estación fueron generados luego de cortes realizados a mediados de Diciembre, y principios de Enero y Febrero. En ambas estaciones los tratamientos se asignaron al azar con dos repeticiones. El análisis para determinar la concentración de *n*-alcanos involucró la extracción de los *n*-alcanos y el análisis (identificación y cuantificación) del extracto mediante cromatografía gaseosa. Los datos se analizaron mediante ANVA y test de Tukey ($\alpha = 0,05$). La concentración total de *n*-alcanos impares y las concentraciones de los *n*-alcanos utilizados como marcadores internos (*n*-C₃₁ y *n*-C₃₃) fueron afectados ($p < 0,05$) por la estación de crecimiento y los períodos de acumulación del forraje. Las concentraciones de *n*-C₃₁ y *n*-C₃₃ se situaron por sobre los 100 mg.kg⁻¹ de materia seca (MS), superando el valor recomendado (>50 mg.kg⁻¹ MS) para obtener estimaciones del consumo confiables.

Palabras clave: gramínea C₄, forraje acumulado, *n*-alcanos, consumo en pastoreo.

INTRODUCCIÓN

Los *n*-alcanos presentes en las ceras de la membrana cuticular de las plantas, conjuntamente con la administración por vía oral de *n*-alcanos sintéticos, pueden ser utilizados como marcadores para estimar el consumo individual de forrajes (Dove y Mayes, 1991). La estimación del consumo mediante la utilización de pares de *n*-alcanos adyacentes (uno natural, con número impar de átomos de carbono, y otro dosificado, con número par de átomos de carbono) con similar recuperación en heces (Mayes *et al.*, 1986) permite cancelar el error introducido por la recuperación incompleta en heces (Dove y Mayes, 1991). Mayes *et al.* (1986) sugiere utilizar para la estimación del consumo el par de alcanos adyacentes *n*-C₃₃ y *n*-C₃₂, natural y dosificado, respectivamente. Según Casson *et al.* (1990) para lograr estimaciones confiables del consumo se requiere que la concentración del *n*-alcano en el forraje supere los 50 mg.kg⁻¹ MS. En consecuencia, para aplicar el método de los *n*-alcanos es necesario conocer la concentración del alcano *n*-C₃₃ en el forraje, o bien, identificar la existencia de otros *n*-alcanos con cadena impar de átomos de carbono como alternativa de *n*-C₃₃. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la concentración y la variabilidad de *n*-alcanos (*n*-C₂₇ a *n*-C₃₅) presentes en *P. coloratum* L. cv Verde debida al período de acumulación de forraje y a la estación de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante dos estaciones de crecimiento (1996-1997 y 1997-1998), en una pastura de *P. coloratum* L. cv Verde establecida en la primavera de 1994 en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, UNLPam (36°46' S; 64°16' O; 210 msnm). Los tratamientos se generaron mediante distintos periodos de acumulación de forraje. Éstos se establecieron, en la primera estación, permitiendo la acumulación de materia seca (MS) hasta el cese del crecimiento por bajas temperaturas luego de cortes realizados a principios de Octubre (T₁270), mediados de Enero (T₁175) y Febrero (T₁145). En la segunda estación fueron generados luego de cortes realizados a mediados de diciembre (T₂215), y principios de Enero (T₂190) y Febrero (T₂160). El subíndice de cada tratamiento indica la estación de crecimiento y el número siguiente, la duración en días de cada periodo de acumulación contados desde el día de corte hasta el inicio del muestreo (12-07-97 y 16-07-98). En cada estación, los tratamientos se asignaron al azar en parcelas de 0,5 ha con dos repeticiones. En cada parcela se cosechó el forraje por corte a nivel del suelo en un muestreo estratificado en tres sectores con ocho cortes (1,0 m²) en cada uno. Las muestras fueron secadas en estufa (55°C, 72 h), molidas en molino Wiley (malla 1 mm) y agrupadas

tomando cantidades fijas en base a peso sobre cada sector para obtener tres muestras compuestas por tratamiento y repetición. El análisis para determinar el contenido de n -alcanos involucró la extracción de los n -alcanos y el análisis (identificación y cuantificación) del extracto mediante cromatografía gaseosa (Mayes *et al.* 1986). La extracción de los n -alcanos se realizó siguiendo el procedimiento descrito por Mayes *et al.* (1986). El análisis de los n -alcanos mediante cromatografía gaseosa fue realizado en el Macauley Land Use Research Institute (Escocia). Los efectos estación de crecimiento y tratamiento sobre la concentración de los n -alcanos fue evaluada mediante análisis de la variancia a partir del siguiente modelo, $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha_j(\beta_j) + \tau_k(\alpha_i) + \varepsilon_{ijk}$, donde μ es la media general, α , β y τ son los efectos de estación, repetición y tratamiento y ε_{ijk} es el término de error aleatorio de la sub-parcela. El efecto de estación fue probado con $\alpha_i(\beta_j)$. La comparación de medias se realizó mediante test de Tukey ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de n -alcanos en la pastura se presentan en el Cuadro 1. Las concentraciones de n -alcanos de número impar de átomos de carbono en la pastura, representaron en promedio un 86 % del total de n -alcanos. Los n -alcanos impares n -C₂₉, n -C₃₁ y n -C₃₃ representaron el 91 % del total de los n -alcanos de cadena impar. Una predominancia de los n -alcanos impares y entre ellos particularmente n -C₂₉, n -C₃₁ y n -C₃₃ coincide con lo encontrado por varios autores (Dove y Mayes, 1991, Malossini *et al.*, 1994). Los valores alcanzados en las relaciones n -C₂₉: n -C₃₁ y n -C₂₉: n -C₃₃ fueron menores a 0,5 y menores a los encontrados en especies de gramíneas de clima templado (Dove *et al.* 1996).

La concentración total de n -alcanos impares y las concentraciones de los n -alcanos de cadena impar utilizados como marcadores internos (n -C₃₁ y n -C₃₃) fueron afectadas ($p < 0,05$) por la estación y los períodos de acumulación del forraje. El modelo estadístico explicó 27 al 80 % de la variabilidad. En términos generales, este porcentaje incrementó en los n -alcanos que presentaban una mayor concentración en el forraje. La variabilidad residual puede ser visualizada a través del coeficiente de variación (CV) (Cuadro 1) y puede ser atribuida a errores analíticos y a diferencias en la concentración entre los muestreos de la pastura. El método para determinar los n -alcanos se considera muy preciso (Piasentier *et al.*, 1989), mientras que la variación espacial en los contenidos de n -alcanos en la vegetación de la pastura podría tener un mayor efecto sobre dicha variabilidad.

En el presente estudio, las concentraciones de n -C₃₁ y n -C₃₃ fueron mayores a las recomendadas para obtener estimaciones de consumo confiables (Casson *et al.*, 1990). Los resultados de varios experimentos (Vulich y Hanrahan, 1995; Reeves *et al.*, 1996) demostraron que la técnica puede proveer de estimaciones del consumo confiables a partir de las relaciones n -C₃₁: n -C₃₂ o n -C₃₂: n -C₃₃. En estos experimentos, las concentraciones de n -C₃₁ y n -C₃₃ determinadas en el forraje se situaron por sobre los 100 mg.kg⁻¹ MS. Por otra parte, las estimaciones de consumo de forraje obtenidas a partir de la técnica de los n -alcanos por Casson *et al.* (1990), variables entre días y animales, podrían estar asociadas con las bajas concentraciones de n -alcanos en el forraje utilizado (< 50 mg.kg⁻¹ MS) encontradas por dichos autores. La recuperación en heces de los n -alcanos mejora con incrementos en la longitud de la cadena, por este motivo el n -C₃₅ se puede utilizar como marcador interno para estimar la digestibilidad (Mayes *et al.* 1986). En el presente estudio, la concentración del n -C₃₅ fue muy baja (≈ 10 mg.kg⁻¹ MS) y en consecuencia podría no ser apropiado para estimar la digestibilidad. Las concentraciones de n -alcanos de cadena impar (n -C₂₇ a n -C₃₅) y totales en la segunda estación fueron, aproximadamente, un 71% de las observadas durante la primera (Cuadro 1). Se ha demostrado que la producción de ceras en las plantas se estimula con el aumento del flujo de energía radiante y la disminución de la humedad ambiental y del suelo (Baker, 1980). En el presente estudio las lluvias acumuladas en el período comprendido entre principios de octubre y la primera helada (finalización del crecimiento) correspondientes a las estaciones de crecimiento 1996-1997 y 1997-1998 fueron de 786 y 662 mm, respectivamente. En la primera estación de crecimiento el 72 % de este total se registró durante los tres primeros meses de la misma. Esta alta disponibilidad de agua probablemente favoreció las condiciones para el desarrollo del estado reproductivo, lo que determinó una menor ($p < 0,05$) concentración de lámina en 1997 que en 1998 (información no presentada). En términos generales, la concentración de n -alcanos en las láminas foliares es mayor que en los tallos, tanto en especies de clima templado (Dove *et al.*, 1992; Dove *et al.*, 1996) como tropicales (Laredo *et al.*, 1991). En gramíneas, en particular, el estado fenológico de la planta tiene un efecto marcado sobre la variación en la concentración de n -alcanos, debido a su aumento en las inflorescencias con respecto a las estructuras vegetativas (Dove *et al.*, 1996). Lo anterior indicaría que las variaciones en concentraciones de n -alcanos entre estaciones de crecimiento podrían estar explicadas por diferencias en la cantidad de macollos en estado reproductivo, más que por diferencias en la concentración de lámina.

Las inflorescencias de las gramíneas respecto a las estructuras vegetativas presentan altas concentraciones de los n -alcanos C₂₅, C₂₇, C₂₉ y C₃₁ (Dove *et al.*, 1996). Esto podría explicar, en parte, los altos valores relativos en la concentración de estos n -alcanos en los tratamientos con un mayor duración en el período de acumulación. La concentración de los diferentes n -alcanos disminuye con la madurez del forraje, pero las tasas de dilución con la

madurez difieren entre *n*-alcanos y especies forrajeras (Laredo *et al.*, 1991). La información relacionada con las variables que podrían modificar la concentración de *n*-alcanos en forrajes diferidos, con marcados procesos de senescencia, es escasa.

Dove y Mayes (1991) enfatizaron sobre dos condiciones a tener en cuenta para aplicar el método de los *n*-alcanos. La primera, es la obtención de muestras representativas de la dieta de los animales, y la segunda, una recuperación fecal similar entre los *n*-alcanos dosificados y naturales. Con relación a la primera condición se sugiere la utilización de animales provistos de fístula de esófago, lo que podría asegurar que el muestreo del forraje refleje lo removido en el estrato de pastoreo. Sin embargo, las muestras de esófago (colectadas sobre períodos de 10 a 30 minutos) podrían no reflejar la variación diaria en los componentes de la dieta (Coates *et al.*, 1987; Laredo *et al.*, 1991), principalmente en pastoreos rotativos con una rápida remoción del forraje. Esto último es recomendado, generalmente, para mejorar la utilización de los forrajes diferidos.

CONCLUSIONES

Los contenidos de *n*-alcanos presentaron una importante variabilidad entre estaciones de crecimiento y debida a la duración del periodo de acumulación de forraje. Esta variabilidad podría estar explicada, en parte, por diferencias en la cantidad de macollos con inflorescencia. Las concentraciones de *n*-C₃₁ y *n*-C₃₃ se situaron sobre el valor recomendado para obtener estimaciones confiables del consumo, mientras que la concentración de *n*-C₃₅, no sería suficiente para ser utilizado como marcador en *Panicum coloratum* L. cv Verde.

Cuadro 1. Concentración (en mg.kg⁻¹ MO) de *n*-alcanos en *Panicum coloratum* con diferentes períodos de acumulación, durante dos estaciones de crecimiento (1996-1997 y 1997-1998).

	<i>n</i> -alcanos								Total	Total
	<i>n</i> -C ₂₇	<i>n</i> -C ₂₈	<i>n</i> -C ₂₉	<i>n</i> -C ₃₀	<i>n</i> -C ₃₁	<i>n</i> -C ₃₂	<i>n</i> -C ₃₃	<i>n</i> -C ₃₅		
Estación 1996-1997	21	19	51	30	225 ^a	14	108	10	414 ^a	477 ^a
1997-1998	14	15	35	23	153 ^b	12	79	10	292 ^b	341 ^b
Tratamiento [†] T ₁ 270	23	20	56	27	251 ^a	13	119 ^a	10	460 ^a	520 ^a
T ₁ 175	18	17	47	29	208 ^b	13	99 ^{ab}	9	382 ^{bc}	441 ^a
T ₁ 145	20	21	49	33	215 ^{ab}	15	107 ^{ab}	10	402 ^{ab}	471 ^a
T ₂ 215	14	13	37	22	161 ^c	12	84 ^{ab}	11	307 ^{cd}	354 ^b
T ₂ 190	14	15	34	21	144 ^c	11	74 ^b	10	277 ^d	323 ^b
T ₂ 160	14	17	34	25	153 ^c	12	80 ^{ab}	11	292 ^d	346 ^b
Media	17	17	43	26	189	13	94	10	353	409
CV [‡] (n = 36)	16	17	12	12	12	10	11	15	11	11
R ^{2§}	0,71	0,55	0,77	0,69	0,80	0,61	0,74	0,27	0,78	0,76

^{a, b, c, d} En cada columna, medias con diferentes letras difieren (p<0,05) entre sí.

[†] Acumulación del forraje producido luego de cortes realizados a principios de Octubre (T₁270), mediados de Enero (T₁175) y Febrero (T₁145) en la estación de crecimiento 1996-1997, y después de cortes realizados a mediados de Diciembre (T₂215), y principios de Enero (T₁175) y Febrero (T₂160) en la estación 1997-1998. [‡] Estimado a partir del cuadrado medio del error. [§] Relativo al modelo estadístico.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, E.A. 1980. In: D.F. Culter, K.L. Alvin, and C.E. Price (eds.). Academic Press, London, pp. 139-165.
 Casson, T.; Rowe, J.B.; Thorn, C.W. y Harris, D. 1990. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 18:462.
 Coates, D.B.; Schachenmann, P. y Jones, R.J. 1987. Austr. J. Exp. Agr. 27:739-748.
 Dove H. y Mayes R.W. 1991. Aust. J. Agr. Res., 42:913-952.
 Dove, H. y Mayes, R.W. 1996. J. Nutr., 126:13-26.
 Dove, H.; Mayes, R.W. y Freer, M. 1996. Aust. J. Agric. Res., 47:1333-1347.
 Dove, H.; Siever-Kelly, C.; Leury, B.J.; Gatford, K.L. y Simpson, R.J. 1992. Proc. Nutr. Soc. Austr. 17:149.
 Laredo, M.A.; Simpson, G.D.; Minson, D.J. y Orpin C.G. 1991. J. Agric. Sci., Camb., 117:355-361.
 Malossini, F.; Bovolenta, S.; Piasentier, E. y Valentinotti, M. 1994. Anim. Feed Sci. Technol., 50:113-122.
 Mayes, R.W.; Lambs, C.S. y Colgrove, P.M. 1986. J. Agric. Sci., Camb., 107:161-170.
 Piasentier, E.; Pison, S. y Bovolenta, S. 1989. Zootech. Nutr. Anim., 15:691-696.
 Reeves, M.; Fulkerson, W.J.; Kellaway, R.C. y Dove, H. 1996. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 36:23-30.
 Vulich, S.A. y Hanrahan, J.P. 1995. J. Agric. Sci., Camb., 124:79-86.

Volver a: [Megatéricas](#)