

**CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE UNA PRADERA
NATURALIZADA DE LOTERA DE HOJA ANGOSTA (*Lotus tenuis* Wald
et Kit). II. VARIACION EN LA CALIDAD DE LAS PLANTAS
EN EL TIEMPO¹**

**Nutritional characteristics of a naturalized narrowleaf trefoil (*Lotus tenuis*
Wald et Kit) pasture. II. Variation in the quality of the plants with time**

Delia Echeverría D.²; Claudio Wernli K.³ y Fernando Cosío G.⁴

S U M M A R Y

This variation, with the advance in maturity, was studied collecting samples (plants, leaves, stems) every 14 days, over a growth cycle of 208 days, starting on January 17.

L. tenuis showed high levels of crude protein (average 21.10/o, D.M. basis), that did not change significantly with maturity, in contrast with the decline found in other forage legumes.

Digestibility of D.M. and O.M. reached mean values of 72.0 and 66,50/o, respectively, with a decline following a quadratic tendency (lowest values at approximately 120 days of growth); thereafter showing an increase towards the end of the growth cycle, in which the participation of regrowth acquired importance.

Cell wall content ranged between 28 and 420/o, with no significant change in time, in spite of the significant increase found for the fraction that included leaves, flowers, snaps, and seeds.

Lignin content increased from 8 to 120/o, throughout the growth cycle, in the whole plant and leaves, but not in stems, where it did not change. Ca and P in plants did not vary significantly with time.

L. tenuis appears to be a highly nutritive forage legume, characterized by a lower increase in fiber content and a lower decrease in digestibility with the advance of maturity, compared with other forage legumes. This high quality is associated with a good annual D.M. yield (approximately 11 Ton D.M./ha; Aliaga, 1980).

INTRODUCCION

El avance en madurez de las especies forrajeras implica cambios graduales que tienden a aumentar la producción de m.s. acumulada y a disminuir la calidad del forraje. En la utilización de las pasturas, es importante conocer bien estas dos variables y aplicarlas de acuerdo al mejor manejo alimenticio del sistema de producción animal.

En relación a las características cualitativas de *Lotus corniculatus*, algunas investigaciones revelan una disminución en el contenido de proteína y digestibilidad y un aumento en el contenido de lignina (Lailha-

¹ Recepción de originales: 8 de abril de 1985.

Los autores agradecen al personal del Laboratorio de Nutrición Animal de la Estación Experimental La Platina, por su participación en los análisis químicos, y a la Ing. Agr. señora Nora Aedo M., por su colaboración en la preparación del manuscrito.

² Esmeralda 90, Los Andes, Chile.

³ Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

⁴ Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4, Quillota, Chile.

car, 1969; Mac Donald, 1946; Langille y Calder, 1971; Gadaski, Van Soest y Mc Dowell, 1974), en la medida que avanza el desarrollo de la planta.

Como complemento de la línea de investigación publicada en la Parte I (Wernli, Echeverría y Cosio, 1986), el objetivo del presente estudio fue determinar la variación en calidad de la planta de *L. tenuis*, a lo largo de su ciclo vegetativo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en un sector adyacente al utilizado en la Parte I, cercándose para ello seis áreas de 8 x 1,6 m de ancho, las que fueron cortadas con fecha 17 de enero, en que se inició la investigación, utilizando una segadora Gravely, dejando un residuo aproximado de 3 cm.

Para la recolección de plantas individuales de *L. tenuis*, se cortaron seis submuestras por cada fecha de corte (una muestra por sector, constituyendo éstas una muestra general por fecha de corte). Para cada submuestra se utilizó un cuadrante de 0,2 x 1,0 m, cortándose a ras de suelo, con tijera esquiladora manual, y separándose las plantas de *L. tenuis* manualmente.

Las muestras se tomaron cada 14 días, salvo las dos últimas que fueron más distanciadas, debido a problemas climáticos (la condición del suelo de textura pesada, en los días de lluvia, impidió el acceso al lugar del ensayo). Se totalizaron 12 muestras y cada lugar se marcó, con el objeto de evitar su corte en un muestreo posterior.

De cada muestra, en cada fecha de corte, se separaron tres submuestras, correspondientes a hojas (que incluyó flores y semillas, cuando existieron), tallos y plantas completas, determinándose la relación hoja/tallo.

La preparación, molienda y análisis químico de las plantas y sus fracciones, se realizó de acuerdo a los métodos indicados en la Parte I (Wernli y otros, 1986).

Para explicar las variaciones de calidad en el tiempo, se calcularon ecuaciones de primero, segundo y tercer grado, presentándose en Resultados y Discusión, aquéllas que contribuyeron a mejorar significativamente la evaluación, sobre la regresión de grado inmediatamente inferior.

RESULTADOS Y DISCUSION

La altura de las plantas aumentó desde enero a mayo, mes en el que alcanzaron su altura máxima (Cuadro 1; 38,8 cm). En este estado de desarrollo, la vegetación es de tonalidad verde más oscura (forraje maduro, ya semillado) con verde más claro en la base, (rebrotos, que alcanzan una altura notoria).

El inicio de floración se presentó a los 28 días del ensayo y plena flor a los 42 días, observándose florescencia y semillado entre los 40 y 90 días. Este traslape de estados de desarrollo, impide definir claramente el estado fenológico de cada fecha de corte; en este estudio, cada fecha fue definida de acuerdo al estado predominante.

CUADRO 1. Características de la pradera en cada corte

TABLE 1. Height (cm), availability (kg D.M./ha), and percentage in the pasture and growth stage of *L. tenuis*, in each cutting

Corte Nº	Edad días	Altura cm	Disponib. kg m.s./ha	Porcentaje <i>L. tenuis</i> base m.s.	Estado de desarrollo ¹
1	14	8,81	sin inform.	sin inform.	V
2	28	12,65	1.900	53,0	V
3	42	17,13	2.800	62,0	PF
4	56	26,35	4.300	76,0	S
5	70	25,05	5.000	63,0	V
6	85	35,32	5.400	47,0	V
7	98	36,40	6.400	57,8	V
8	112	38,80	8.500	46,4	V
9	126	29,20	6.800	60,0	V
10	140	32,96	8.300	53,3	V
11	181	28,75	5.500	61,1	V
12	208	28,90	9.000	69,5	V

¹ V: vegetativo; PF: plena flor; S: semilla.

Relación hoja/tallo

Esta relación varió en forma irregular a lo largo del crecimiento (regresión no significativa; relación hoja/tallo promedio de 1,1:1), lo que podría explicarse debido a que en la fracción hoja se consideraron, además, las flores, vainas y semillas, cuando éstas existieron, y a la presencia del rebrote, en los estados vegetativos posteriores a floración.

Contenido de proteína cruda (PC)

Planta completa: Este contenido no varió significativamente en el tiempo. Esto contrasta con los resultados en otros estudios para *L. corniculatus*, en que se ha observado un marcado descenso en este contenido al avanzar la madurez (Cuadro 2). Mac Donald (1946) explica esta caída por una reducción en la relación hoja/tallo y un menor contenido de proteína en hojas y tallos, con la madurez.

La ausencia de variación de PC en *L. tenuis* (en esta investigación) podría deberse, en parte, a la diversidad de estados de desarrollo que esta especie presentó después de plena flor, con presencia de flores, semillas y rebrote.

Hojas: El porcentaje de proteína varió, a través del tiempo, de 27,8 a 22,6%, siguiendo una tendencia curvilínea (Figura 1). Esta reducción pequeña podría explicarse, en parte, por la inclusión de semillas en esta fracción, que podrían duplicar el contenido proteico de las hojas, como lo observó Mac Donald (1946) en *L. corniculatus*. En las fechas posteriores a plena flor, se podría postular que las hojas tiernas del rebrote contribuyeron a evitar que el descenso fuera más marcado.

Tallos: El contenido de proteína no acusó variación en el tiempo, con valores, promedios para todo el período de cosecha, de 12,2%.

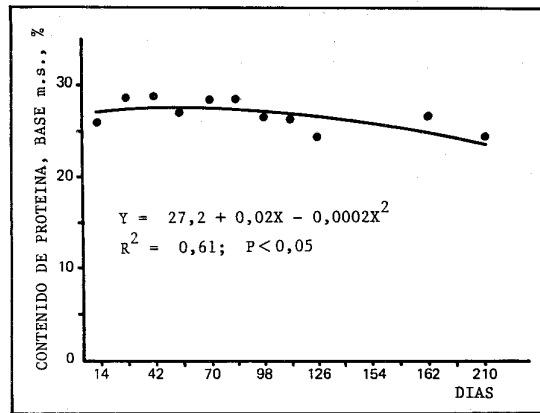


FIGURA 1. Variación del contenido de proteína cruda en hojas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 1. Variation in crude protein content (o/o, D.M.) of *L. tenuis* leaves with advance in maturity.

Paredes celulares totales (PCT)

Planta completa: No se encontró correlación entre el contenido de PCT y el avance en el tiempo, con valores que fluctuaron entre 28 y 42% (b.m.s.). Esto contrasta con el aumento generalmente observado en alfalfa (Cuadro 3).

Hojas: El contenido de PCT aumentó linealmente con la edad de la vegetación (Figura 2) y la tasa de aumento fue aproximadamente 0,07%/día.

Tallos: La fibrosidad no varió en el tiempo, lo que sugiere que, a diferencia de la fracción hojas (incluyendo frutos, vainas y semillas), la concentración nutritiva de los tallos de esta especie forrajera naturalizada no bajaría con su madurez.

CUADRO 2. Contenido de proteína cruda (o/o base m.s.) de *L. tenuis* y *L. corniculatus*, en iguales estados fenológicos

TABLE 2. Crude protein content (o/o D.M.) of *L. tenuis* and *L. corniculatus* plants, in the same growth stages

Estado fenológico	<i>L. tenuis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>			
		Duell y Gausman (1959)		Mac Donald (1946)	Lailhacar (1969)
		1954	1955		
Vegetativo	21,7	27,5	24,8	27,6	28,6
Plena flor	20,0	15,2	15,4	17,0	—
Dehiscencia semillas	21,4	12,1	16,4	8,8	9,0

CUADRO 3. Contenido de paredes celulares totales (o/o base m.s.) en plantas completas de *L. tenuis* y de *M. sativa*, para iguales estados vegetativos

TABLE 3. Cell wall content (o/o D.M.) of *L. tenuis* and *M. sativa* plants, for the same growth stages

Estado fenológico	<i>L. tenuis</i>	<i>M. sativa</i> ¹
Vegetativo	33,4	26,9
Botón	28,4	37,9
Plena flor	30,2	45,1

¹ Treviño y González (1976).

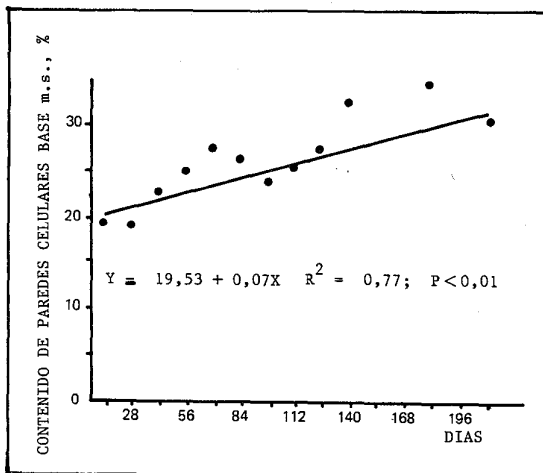


FIGURA 2. Variación del contenido de paredes celulares en hojas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 2. Variation in cell wall content (o/o, D.M.) of *L. tenuis*' leaves with advance in maturity.

Fibra detergente—ácida (FDA)

Planta completa: El contenido fluctuó entre 24 y 38 o/o, no observándose una relación significativa entre esta fracción y el cambio en estado vegetativo. Esto nuevamente contrasta con el aumento en FDA, asociado con el avance en madurez, informado para alfalfa (Treviño y González, 1976).

Hojas: El porcentaje aumentó en forma lineal con la edad de las plantas, desde 18,7 a 30,5 o/o, ajustándose a la ecuación:

$$\text{o/o FDA (base m.s.)} = 17,89 + 0,06 (\text{días}); R^2 = 0,72; P \leq 0,01$$

Cabe esperar que la incorporación de flores y frutos en esta fracción, haya influido en alguna medida en el aumento de FDA, con el avance del estado de madurez.

Tallos: El contenido de FDA disminuyó con la madurez, a una tasa de 0,06 o/o/día, aunque el coeficiente de determinación no fue alto (0,39), encontrándose la siguiente ecuación:

$$\text{o/o FDA (base m.s.)} = 46,84 - 0,06 (\text{días}); R^2 = 0,39; P \leq 0,05$$

Este descenso en la proporción de lignocelulosa es opuesto al aumento normalmente observado para esta fracción, en tallos de leguminosas y otras plantas forrajeras.

La variación en FDA, ascendente en hojas y descendente en tallos, explica, en gran parte, que para plantas completas no se encontrara una relación entre FDA y el avance en madurez.

Hemicelulosa

Planta completa: El contenido aumentó con la edad de la vegetación. La tasa se fue incrementando en el tiempo, con valores de 0,014 o/o; 0,028 o/o y 0,039 o/o/día, para las etapas de 14 a 87 días, 98 a 140 días y 140 a 210 días, respectivamente (Figura 3).

Hojas: No se encontró correlación entre el contenido de hemicelulosa y la edad de las plantas.

Tallos: El contenido aumentó en forma curvilínea en el tiempo, con un mayor incremento a partir de 90 días de edad, ajustándose a la siguiente ecuación:

$$\text{o/o Hemicelulosa (base m.s.)} = 5,92 - 0,01 (\text{días}) + 0,003 (\text{días})^2; R^2 = 0,72; P \leq 0,05$$

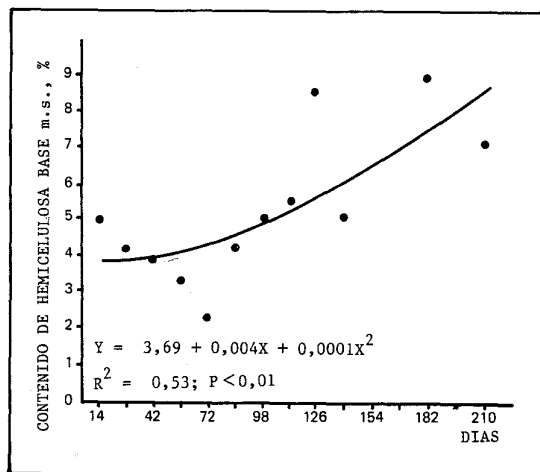


FIGURA 3. Variación del contenido de hemicelulosa en plantas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 3. Variation in hemicellulose content (o/o, D.M.) in *L. tenuis*' plants with advance in maturity.

Dado que el contenido de hemicelulosa en hojas no varió en el tiempo, este incremento marcado en tallos, hacia el final del ciclo vegetativo, fue lo que más influyó en el incremento significativo de hemicelulosa en la planta completa (Figura 3).

Celulosa

Planta completa: No se encontró correlación entre el contenido de celulosa de las plantas y la edad de la pradera. Esto podría deberse a la tendencia divergente que presentaron las hojas y los tallos en este contenido.

Hojas: El nivel varió en el tiempo, en la forma mostrada en la Figura 4. La reducción en el contenido de celulosa observada entre los 70 y 140 días, estuvo asociada con la inclusión de vainas y semillas, en la fracción hojas.

Tallos: Los tallos presentaron una evolución curvilínea en este contenido, aumentando hasta el día 70 y disminuyendo posteriormente (Figura 5). Esta disminución explicó, en gran parte, la reducción en FDA encontrada para los tallos de la misma planta.

Lignina

Planta completa: El contenido aumentó en forma lineal con la edad de la planta, a una tasa de 0,0157o/o/día (Figura 6).

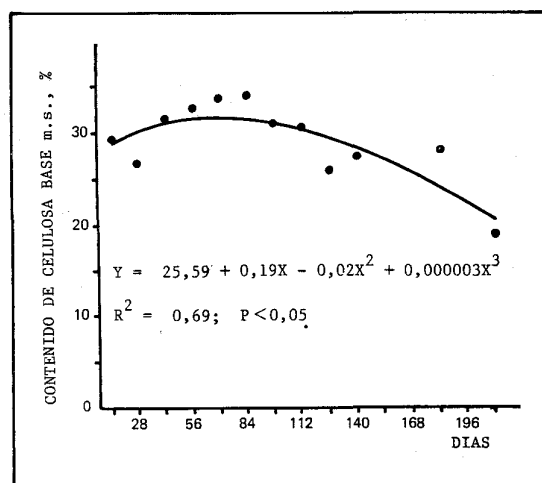


FIGURA 5. Variación del contenido de celulosa en tallos de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 5. Variation in cellulose content (%/o, D.M.) of *L. tenuis*'stems with advance in maturity.

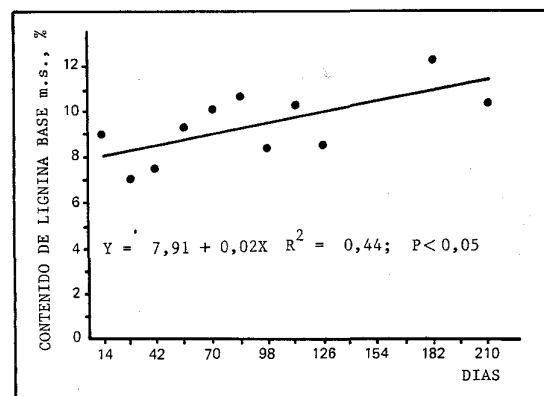


FIGURA 6. Variación del contenido de lignina en plantas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 6. Variation in lignin content (%/o, D.M.) of *L. tenuis*'plants with advance in maturity.

Comparada con *L. corniculatus* (Mac Donald, 1946), la planta de *L. tenuis* mostró un menor contenido de lignina (Cuadro 4). El incremento observado a partir del desarrollo de la semilla, podría explicarse por la alta proporción de lignina contenida en las vainas del fruto (Mac Donald, 1946). El contenido de lignina registrado en este estudio en el estado vegetativo, estaría influido por la presencia de material seco, proveniente de crecimientos anteriores al inicio del estudio, cuyo contenido de lignina puede esperarse alto.

Hojas: La mayor lignificación de las plantas con el avance en madurez, es explicada primordialmente por

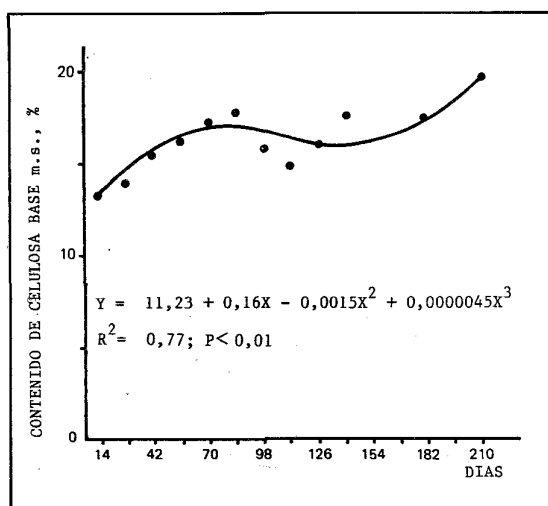


FIGURA 4. Variación del contenido de celulosa en hojas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 4. Variation in cellulose content (%/o, D.M.) of *L. tenuis*'leaves with advance in maturity.

CUADRO 4. Contenido de lignina (‰ base m.s.), para plantas de *L. tenuis* y de *L. corniculatus*

TABLE 4. Lignin content (‰ D.M.) of *L. tenuis* and *L. corniculatus* plants

Estado fenológico	<i>L. tenuis</i>	<i>L. corniculatus</i> ¹
Vegetativo	9,04	10,2
Inicio flor	7,05	11,1
Plena flor	7,54	11,7
Comienzo semilla	9,30	14,5
Madurez	10,00	17,9

¹ Mac Donald (1946).

un aumento en el contenido de lignina de la fracción hojas (Figura 7), la cual incluye flores y frutos.

Tallos: No existió correlación entre el contenido de lignina de los tallos y la edad de la planta. La participación de rebrotes tiernos y poco lignificados, pudo contribuir a estos resultados.

Digestibilidad *in vitro*

L. tenuis mostró ser una especie forrajera de alta digestibilidad, con valores de 72,0 y 66,5‰ para la m.s. y m.o., promedio para todo el ciclo vegetativo, respectivamente.

En comparación con lotera, la disminución de digestibilidad en el tiempo fue menor para este *Lotus* naturalizado (Cuadro 5) y, en consecuencia, presentó mejores características cualitativas. Esta digestibilidad también supera entre 3 y 13 unidades porcentuales a lo normalmente encontrado en alfalfa.

Planta completa: La digestibilidad de la materia orgánica (d.m.o.) varió en forma curvilínea, al aumentar la edad de la vegetación (Figura 8), disminuyendo hasta aproximadamente los 130 días, para luego estabilizarse y ascender levemente. La digestibilidad de la materia seca (d.m.s.) siguió la misma tendencia y la disminución en el tiempo se encuentra asociada con un aumento de lignina y hemicelulosa. La estabilización de la digestibilidad, hacia el final del desarrollo de la planta, podría explicarse, en parte, por la presencia del crecimiento nuevo o rebrotes en la planta completa.

Hojas: La d.m.s. y d.m.o. disminuyeron en forma lineal con la madurez de la planta (Figura 9), lo que estuvo asociado a una reducción en el contenido de PC y contenido celular, y con un aumento de la proporción de los componentes estructurales (paredes celulares, FDA, celulosa y lignina de hojas con vainas y semillas).

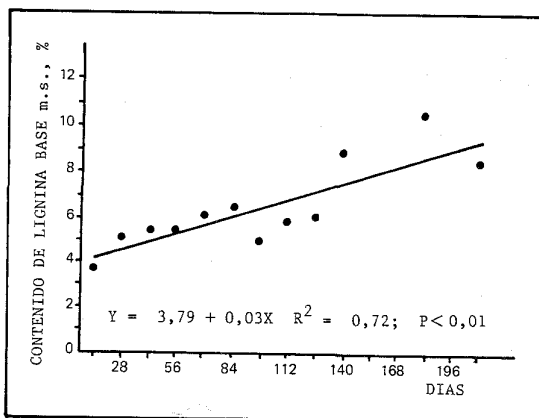


FIGURA 7. Variación del contenido de lignina en hojas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 7. Variation in lignin content (‰ D.M.) of *L. tenuis*'leaves with advance in maturity.

CUADRO 5. Digestibilidad *in vitro* de la m.s. (‰) de *L. tenuis* y *L. corniculatus* en iguales estados de desarrollo

TABLE 5. *In vitro* digestibility of D.M. (‰) of *L. tenuis* and *L. corniculatus* in the same growth stages

Estado fenológico	<i>L. tenuis</i>	<i>L. corniculatus</i> ¹
Vegetativo	75,2	73,1
10‰ flor	76,1	69,2
50‰ flor	74,8 ²	64,5
máximo crecimiento	72,1	66,3

¹ Mac Donald (1946).

² Plena flor.

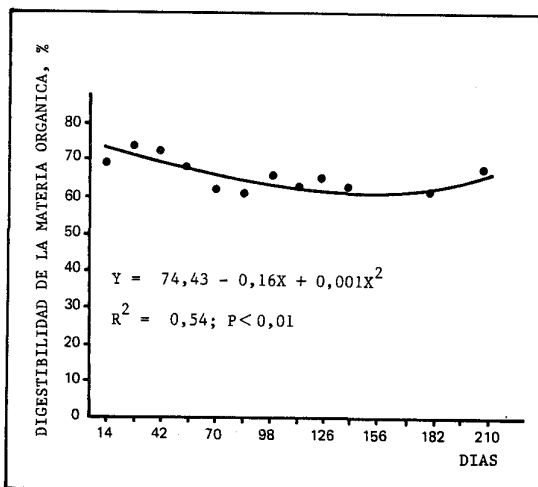


FIGURA 8. Variación de la digestibilidad de la materia orgánica en plantas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 8. Variation in organic matter digestibility (‰) of *L. tenuis*'plants with advance in maturity.

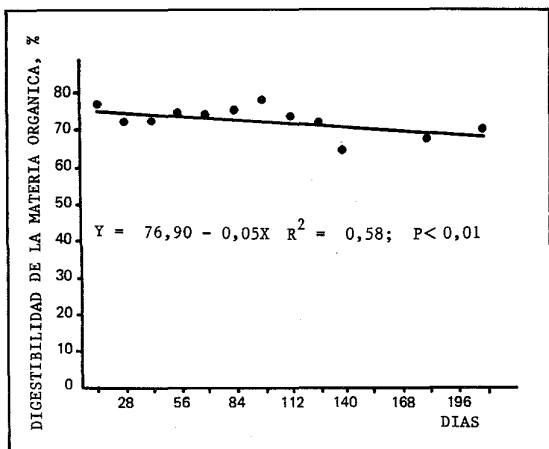


FIGURA 9. Variación de la digestibilidad de la materia orgánica en hojas de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 9. Variation in organic matter digestibility (%/o) of *L. tenuis* leaves with advance in maturity.

Tallos: La d.m.o. tendió a disminuir levemente en las primeras etapas del ciclo vegetativo, para aumentar hacia el final, siguiendo una tendencia curvilínea (Figura 10). Este aumento de la digestibilidad puede explicarse por la reducción en la proporción de los principales componentes estructurales de los tallos (FDA y celulosa).

La disminución en la digestibilidad de la fracción hojas (hojas y frutos), en el tiempo, fue más marcada que el alza en digestibilidad de los tallos, lo que explica la disminución en digestibilidad de la planta completa.

Ceniza

Planta completa y hojas: El contenido no varió en el tiempo.

Tallos: Se observó una disminución lineal en el contenido de ceniza de los tallos, con la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{o/o Ceniza (base m.s.)} = 9,02 - 0,01 (\text{días}); R^2 = 0,66; P \leq 0,05$$

Calcio y fósforo

Planta completa: El contenido de estos elementos no mostró variación con la edad de la planta, a pesar de algunos cambios en hojas y tallos.

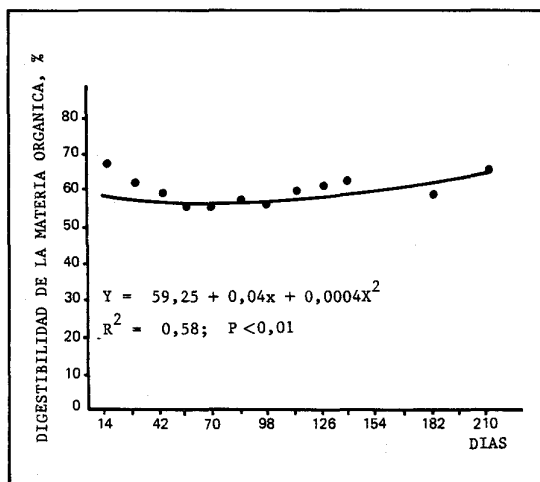


FIGURA 10. Variación de la digestibilidad de la materia orgánica en tallos de *L. tenuis* a través del tiempo.

FIGURE 10. Variation in organic matter digestibility (%/o) of *L. tenuis* stems with advance in maturity.

Hojas: El contenido de Ca disminuyó en un comienzo, para aumentar luego y disminuir hacia los últimos días del ciclo vegetativo, siguiendo una tendencia descrita en la siguiente ecuación:

$$\text{o/o Ca (base m.s.)} = 1,93 - 0,03 (\text{días}) + 0,0002 (\text{días})^2 - 0,000001 (\text{días})^3; R^2 = 0,85; P \leq 0,05$$

El nivel de P en hojas con frutos, siguió la misma tendencia que en el contenido de Ca, aunque menos marcada, según la ecuación:

$$\text{o/o P (base m.s.)} = 0,32 - 0,001 (\text{días}) + 0,00002 (\text{días})^2 - 0,0000001 (\text{días})^3; R^2 = 0,85; P \leq 0,05$$

Tallos: El contenido de Ca en los tallos disminuyó levemente en el tiempo, describiendo la siguiente tendencia curvilínea:

$$\text{o/o Ca (base m.s.)} = 0,60 - 0,004 (\text{días}) + 0,00001 (\text{días})^2; R^2 = 0,80; P \leq 0,01$$

El contenido de P, en cambio, no varió con el avance en madurez de los tallos.

RESUMEN

En sectores adyacentes al ensayo descrito en la Parte I (Wernli, Echeverría y Cosío, 1986), se recolectaron muestras de plantas, cada 14 días, durante un ciclo vegetativo de 208 días, a partir del 17 de enero de 1978.

Lotus tenuis tuvo un alto contenido de proteína cruda (\bar{X} : 21,10/o b.m.s.), el cual no varió significativamente con el avance en madurez, lo que contrasta con el descenso observado en otras leguminosas forrajeras.

La digestibilidad de la m.s. y m.o. alcanzó valores promedios de 72,0 y 66,50/o, respectivamente, siguiendo una tendencia cuadrática, con valores más bajos alrededor de los 120 días, para luego repuntar hacia el término del ciclo, en que los rebrotes adquirieron una participación importante.

El contenido de paredes celulares totales fluctuó entre 28 y 420/o, no encontrándose variación en el tiempo, a pesar del aumento significativo de la fracción hojas, flores y frutos.

El contenido de lignina aumentó de 8 a 120/o, a través del ciclo vegetativo, lo que también fue observado en hojas, pero no en tallos, que no mostraron variación significativa. El contenido de Ca y de P no varió, a lo largo del ciclo vegetativo.

L. tenuis aparece como una leguminosa de alto valor nutritivo, con un avance en madurez caracterizado por un menor aumento en fibrosidad y una menor caída en digestibilidad que otras leguminosas forrajeras. A esta elevada calidad nutritiva se asocia un buen rendimiento anual de m.s. (aproximadamente 11 ton/ha; Aliaga, 1980).

LITERATURA CITADA

- ALIAGA, O. 1980. Efectos de la frecuencia de corte y altura de residuo sobre el rendimiento de una pradera naturalizada de *Lotus tenuis* Wald et Kit, bajo condiciones de riego, en la comuna de Llay-Llay. Quillota, Chile, U. Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía (tesis de grado). 129 p.
- GADASKI, M.B.; VAN SOEST, P.J.; and MAC DOWELL, R. C. 1974. Composition and *in vitro* digestibility of some arid zone forages from Iran. New York, Cornell International Agriculture Mimeograph 44. p: 16.
- LAILHACAR, S. 1969. Las loteras: adaptación, establecimiento y manejo. Boletín Técnico INDAP 2 (1): 13.
- LANGILLE, J.E. and CALDER, F.W. 1971. Effect of harvesting practices on foliage and root development, digestibility, cold hardiness and nodulation of birdsfoot trefoil. Can. J. Plant Sci. 51 (6): 499-504.
- MAC DONALD, H.A. 1946. Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), its characteristics and potentialities as a forage legume. New York, University of Cornell, Agricultural Experimental Station Memory 261. p: 111.
- TREVIÑO, J. and GONZALEZ, G. 1976. The influence of growth stage and vegetative cycle on the digestible nutrients of Aragón lucerne estimated by laboratory procedure. Herbs. Abs. 46: 247.
- WERNLI, K., C.; ECHEVERRIA D., D. y COSIO G., F. 1986. Características nutricionales de una pradera naturalizada de lotera de hoja angosta (*Lotus tenuis* Wald et Kit). I. Efecto de la temporada, frecuencia de corte y altura de residuo. Agricultura Técnica (Chile) 46 (3):