

INVESTIGACIONES

EFECTO DE LA ALTURA Y FRECUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN, BAJO CORTE Y PASTOREO, EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO *Lotus* EN SUELOS ARCILLOSOS¹

Effect of height and frequency of defoliation, using cutting and grazing, on the growth and productivity of three *Lotus* species in clay soils

Hernán Acuña P.² y Gloria Cuevas C.²

ABSTRACT

For three years the effects of cutting height and frequency, using mowing and grazing, on the density of growing points per unit of area, leaf dimensions, the length and dry weight of rhizomes and stolons, and DM productivity were studied in three species of genus *Lotus*: *L. corniculatus* (Lc), *L. tenuis* (Lt), and *L. uliginosus* (Lu) grown in clay soil. The cutting height did not affect the growth variables, except in Lu where heavy grazing tended to produce a higher density of growing points than light grazing. The six week cutting interval produced larger sized leaves in Lc and Lt, greater leaf specific weight in Lc and Lu and higher leaf emergence rates in Lt and Lu than with an eight week cutting interval. *Lotus corniculatus* displayed higher yields (about 8 t DM ha⁻¹ year⁻¹) and more uniform distribution of production during the growing season than Lt and Lu, which tended to concentrate their production in the spring. Cutting height and cutting interval did not produce a consistent effect on the yield of the three *Lotus* species during the three years.

Key words: *Lotus*, defoliation, cutting height, cutting frequency.

INTRODUCCIÓN

El género *Lotus* comprende alrededor de 200 especies herbáceas, anuales y perennes, y algunas arbustivas. Entre las herbáceas perennes las de mayor importancia agrícola son *L. corniculatus* L., *L. tenuis* Wald et Kit., recientemente reclasificada como *L. glaber* Mill. (Dr. Paul Beuselinck, Plant Genetics Research Unit, University of Missouri, Columbia, USA, comunicación personal), y *L. uliginosus* Schk., también conocida como *L. pedunculatus* Cav. o *L. mayor* Scop Sm.

Entre las ventajas de estas especies como plantas forrajeras, comparadas con otras leguminosas, se puede citar su mejor adaptación a suelos de baja fertilidad, pobremente drenados o con problemas de acidez (especialmente *L. uliginosus*) y su tolerancia a la sequía (Charlton, 1983; Peterson *et al.*, 1992; Blumenthal *et al.*, 1994). Presentan alto valor nutritivo y no producen meteorismo en los rumiantes por contener taninos condensados, los cuales, además, mejoran la utilización de la proteína en el rumen (Waghorn *et al.*, 1990).

Lotus corniculatus (Lc) es una especie de crecimiento erecto. En primavera inicia su crecimiento a partir de reservas acumuladas en las bases de los tallos y raíces durante el otoño. A

¹Recepción de originales: 11 de mayo de 1998.
Proyecto FONDECYT N° 1950004.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile. E-mail: hacuna@quilamapu.inia.cl

finde de primavera y durante el verano rebrota casi exclusivamente desde las yemas axilares, ya que no almacena ni reutiliza carbohidratos no estructurales para rebrotar como lo hacen la alfalfa y el trébol rosado (Greub and Wedin, 1971 a, b).

Lotus uliginosus (Lu) se diferencia de las demás especies del género por su hábito rizomatoso y estolonífero (Harris, 1995); desarrolla tallos horizontales desde una estructura subterránea que comprende una corona y una raíz pivotante. Los tallos horizontales son predominantemente subterráneos y se conocen como rizomas; cuando crecen sobre el suelo se denominan estolones. La gran ramificación de los rizomas con sus raíces adventicias asociadas, permite la formación de una densa cubierta de brotes a nivel del suelo, característica de esta especie (Sheath, 1980). En el establecimiento las plántulas son débiles, y cuando se siembran en otoño producen sólo 2 ó 3 brotes por corona; en siembras de primavera producen 5 brotes. La aparición de los rizomas desde la corona ocurre 4 a 6 meses después de la siembra de primavera y puede tomar un año en el caso de siembra de otoño (Harris, 1995). La concentración de carbohidratos no estructurales en los rizomas y corona tiene una máxima acumulación en otoño y una mínima en primavera (Harris, 1995).

Lotus tenuis (Lt) es de crecimiento postrado pero no desarrolla rizomas como Lu (Miñon *et al.*, 1990). En la corona aparecen yemas que originan muchas ramas laterales de crecimiento indefinido, que a su vez se ramifican a partir de yemas ubicadas en las axilas de las hojas.

En la literatura existe abundante información sobre el efecto de las alturas de corte y frecuencias de utilización y su relación con el crecimiento de las raíces y el almacenamiento de carbohidratos de reservas para Lc (Alison and Hoveland, 1989 a, b; Greub and Wedin, 1971 a, b). En el caso de Lu, Blumenthal *et al.*, (1994) realizaron una revisión de la literatura en relación con la altura de corte y frecuencia de utilización y Harris

(1995) sobre el desarrollo y función de los rizomas. La información sobre Lt es más restringida y se reduce a la experiencia Argentina descrita por Miñon *et al.* (1990).

Lc se utiliza en Chile en el Llano Central de las zonas Central y Centro Sur en condiciones de riego. Lu está naturalizada entre la VIII y XI regiones, adaptándose bien a suelos ácidos con altos niveles de Al intercambiable. *Lotus tenuis* está naturalizada entre la IV y VIII regiones del país, con una alta presencia en los suelos arcillosos de la zona arroceras de la VII y VIII regiones y en los suelos de la zona de arenales en la VIII Región.

Los suelos arcillosos de aptitud arroceras alcanzan una superficie de alrededor de 160.000 ha, y debido a sus bajos niveles de fertilidad o sus problemas de drenaje, tienen limitaciones para leguminosas perennes como alfalfa, trébol rosado o trébol blanco. Las loteras, por su mayor rusticidad, resistencia al exceso de agua en invierno y a períodos secos durante el verano, son una buena alternativa para sustentar sistemas de producción animal económicamente competitivos.

Dada las especiales características del crecimiento de estas especies, comparadas con leguminosas forrajeras de uso común en zonas templadas, y su potencial en los suelos de la zona arroceras, se requiere del conocimiento de normas adecuadas de manejo de la defoliación a fin de lograr una alta productividad y persistencia.

Los objetivos del presente estudio fueron determinar el efecto de diferentes alturas y frecuencias de defoliación, bajo corte y pastoreo, de tres especies de *Lotus*, en el crecimiento, densidad de cubierta, productividad y persistencia durante tres años a partir del establecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se sembraron el 9 de mayo de 1995 sobre un rastrojo de arroz en un suelo de la serie Quella, Vertisol, cuyas características

químicas se presentan en el Cuadro 1, en la localidad de Curipeumo, Parral (36° 06' Lat. S., 71° 56' Long. O., 120 m.s.n.m.). Las semillas de Lc y Lt se inocularon con *Rhizobium loti*, y las de Lu con *Bradyrhizobium sp.* Se distribuyeron al voleo en dosis de 15 kg ha⁻¹. Las variedades usadas fueron Quimey (Lc), Toba (Lt) y Alfalfa Chilota corriente (Lu).

Experimento de corte. Se usó un diseño de parcelas divididas, con 4 repeticiones, en que las especies (Lc, Lt, Lu) ocuparon las parcelas principales. En las subparcelas se ubicaron las 6 combinaciones correspondientes a tres alturas de residuo (3, 6 y 9 cm) y a dos frecuencias de corte (6 y 8 semanas). El tamaño de las subparcelas fue de 2 x 6 m. El corte se realizó con una segadora rotativa de altura regulable.

Experimento de pastoreo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones y parcelas de 15 x 20 m. Los tratamientos incluyeron las 6 combinaciones factoriales de 2 alturas de utilización (alto: 8-10 cm y bajo: 3-5 cm), y las tres especies. El pastoreo se realizó con bovinos Hereford de distintas edades, con una frecuencia aproximada de 7 semanas durante primavera, verano y otoño.

Cuadro 1. Fertilidad inicial del suelo en la estrata de 0 - 10 cm de profundidad

Table 1. Initial soil analysis 0 - 10 cm depth

pH (al agua)		5,5
N-NO ₃	mg kg ⁻¹	3,1
P	mg kg ⁻¹	5,4
Materia Orgánica	%	3,74
K	meq 100 g suelo ⁻¹	0,18
Ca	meq 100 g suelo ⁻¹	7,12
Mg	meq 100 g suelo ⁻¹	3,58
Na	meq 100 g suelo ⁻¹	0,55
Fe	mg kg ⁻¹	2,87
Mn	mg kg ⁻¹	16,3
Zn	mg kg ⁻¹	0,3
Cu	mg kg ⁻¹	3,3
Al (intercambio)	mg kg ⁻¹	18,2
S	mg kg ⁻¹	1,73

La fertilización a la siembra consistió en 400 kg ha⁻¹ de Superfosfato Triple (80 kg ha⁻¹ de P) y 100 kg ha⁻¹ de Sulfato de Potasio (40 kg ha⁻¹ de K y 18 kg ha⁻¹ de S). La fertilización de mantenimiento incluyó 200 y 100 kg ha⁻¹ de Superfosfato triple (40 y 20 kg ha⁻¹ de P) aplicados en agosto de 1996 y 1997, respectivamente; y 200, 100 y 100 kg ha⁻¹ de Sulfato de potasio (80, 40 y 40 kg ha⁻¹ de K y 36, 18 y 18 kg ha⁻¹ de S) aplicados en febrero, agosto y diciembre de 1997. Las parcelas de Lu recibieron además 20 kg ha⁻¹ de N como Salitre sódico en diciembre de 1995 debido a que evidenciaron síntomas de una fuerte deficiencia de éste elemento. El riego se hizo cada 10 días, en forma gravitacional, desde octubre a marzo de cada temporada.

Producción de materia seca

Experimento de corte. Se segaron dos franjas de 50 cm de ancho por 6 m de largo por parcela. El material cortado se pesó en fresco y se extrajo una submuestra para determinar su contenido de humedad, mediante secado en horno de ventilación forzada a 85 °C hasta peso constante. Los resultados se expresaron en t ha⁻¹ de MS por corte. Se realizaron 3 cortes durante la primera temporada (1995/96): en diciembre, enero y marzo para la frecuencia de 6 semanas, y en diciembre, febrero y abril para la frecuencia de 8 semanas. En la temporada 1996/97 se efectuaron 5 y 4 cortes para las frecuencias de 6 y 8 semanas, respectivamente, entre el 23 de octubre de 1996 y el 9 de abril de 1997. En la temporada 1997/98 se realizó el mismo número de cortes que la temporada anterior, comenzando el 26 de octubre y terminando el 20 de abril. Las fechas del primer corte de cada temporada fueron las mismas para las dos frecuencias y los tratamientos de altura de corte se mantuvieron sin variación durante todo el experimento. Antes de proceder a la evaluación ya descrita se cortó con tijera, a 3 cm de altura, una superficie delimitada por un marco de 25 x 25cm en cada parcela, el material cosechado fue separado manualmente, en lotera y otras especies, y secado para determinar la contribución de *Lotus*.

Experimento de pastoreo. Antes de cada utilización se midió la disponibilidad de MS cortando tres cuadrantes de 50 x 100 cm, distribuidos al azar dentro de cada parcela. Se pesó en fresco el material cosechado en cada uno de ellos y, asumiendo que el forraje tenía un 20% de MS, se estimó el total de forraje disponible por parcela. Con ello se determinó el número de animales a ingresar a cada parcela, de modo que tuvieran una permanencia mínima de 2 días antes de alcanzar el residuo deseado, de acuerdo a lo propuesto por Acuña (1993). El residuo se estimó visualmente para ambos tratamientos, y se retiraron los animales una vez alcanzados los 8-10 cm en el residuo alto, y 3-5 cm en el residuo bajo. Luego se determinó, mediante secado del material cortado, la disponibilidad de MS por parcela antes del pastoreo. A ésta se le restó el residuo, medido de la misma manera después de sacar los animales, para determinar la producción. Se hicieron tres pastoreos en la temporada de establecimiento, cuatro en la temporada 1996/97 y cinco en la temporada 1997/98.

Variables indicadoras de crecimiento

1. Número de puntos de crecimiento por unidad de área

En febrero de 1997, una semana después del corte o pastoreo en cada frecuencia, se contó el número de puntos de crecimiento, en tres lanzamientos al azar de un cuadrante de 10 x 20 cm por parcela en el experimento de corte, y de 10 lanzamientos en el experimento de pastoreo.

2. Dimensiones de las hojas

Se midió el largo y el ancho del folíolo central de la segunda hoja totalmente expandida de 3 ramillas seleccionadas al azar por parcela. La medición se hizo en febrero de 1997, una semana después del corte de cada frecuencia.

3. Área foliar

Se determinó el área foliar entre febrero y marzo de 1997, una semana antes del corte en cada

frecuencia, cortando el follaje dentro de un cuadrante de 20 x 20 cm en cada subparcela, separando hojas y tallos, y midiendo el área de lámina en un fotoplanímetro (Marca LI-COR, modelo LI-3000A). Se determinó Índice de Área Foliar (IAF) y peso seco de lámina (mg cm^{-2}).

4. Tasa de aparición de hojas

Durante el verano de 1996/97 se determinó la tasa de aparición de hojas en todos los tratamientos. Para ello se marcaron con un alambre de color 3 brotes seleccionados al azar en cada parcela, una semana después del corte, y se los dibujó desde la ubicación de la marca hacia la punta. Semanalmente se hizo un nuevo dibujo hasta el siguiente corte. Por comparación de dos dibujos sucesivos se determinó el número y frecuencia de aparición de las hojas.

5. Largo de rizomas y estolones por unidad de área en *L. uliginosus*

En enero de 1998 se realizó un muestreo con un cilindro circular de 10,3 cm de diámetro enterrado hasta una profundidad de 3 cm, en tres y diez sitios seleccionados al azar en cada parcela de los experimento de corte y pastoreo, respectivamente. En el laboratorio se separaron los rizomas y estolones del suelo y se midió el largo de ellos; después de lavados se determinó, además, su peso seco.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza de acuerdo al diseño empleado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de materia seca

Experimento de corte. Los rendimientos promedios de MS de *Lotus* puro por corte durante las tres temporadas (Figura 1) indican que Lc siempre presentó los valores más altos, excepto en el primer corte de la tercera temporada de evaluación en que Lt y Lu fueron superiores. En el año de establecimiento Lu mostró rendimientos cre-

cientes a medida que avanzaba la temporada, igual que las otras dos especies, pero fueron muy bajos. Ello se debe a que el desarrollo de rizomas en esta especie se produce tarde en verano, es decir, casi un año después en las siembras de otoño (Harris, 1995). Antes de esto las plantas presentan sólo 2 ó 3 brotes por corona. En la segunda temporada (1996/97) Lc presenta una menor diferencia en producción entre cortes que las otras especies. Acuña (1998) observó que los

rendimientos por corte en Lc tendían a ser más parecidos durante toda la temporada a diferencia de lo que ocurre en Lt y Lu en que éstos declinan notoriamente en los cortes de verano y otoño. Bullard and Crawford (1985), trabajando con 17 variedades de Lc, obtuvieron rendimientos totales por temporada cercanos a las 10 t MS ha⁻¹, siendo éstos más elevados que los del presente experimento.

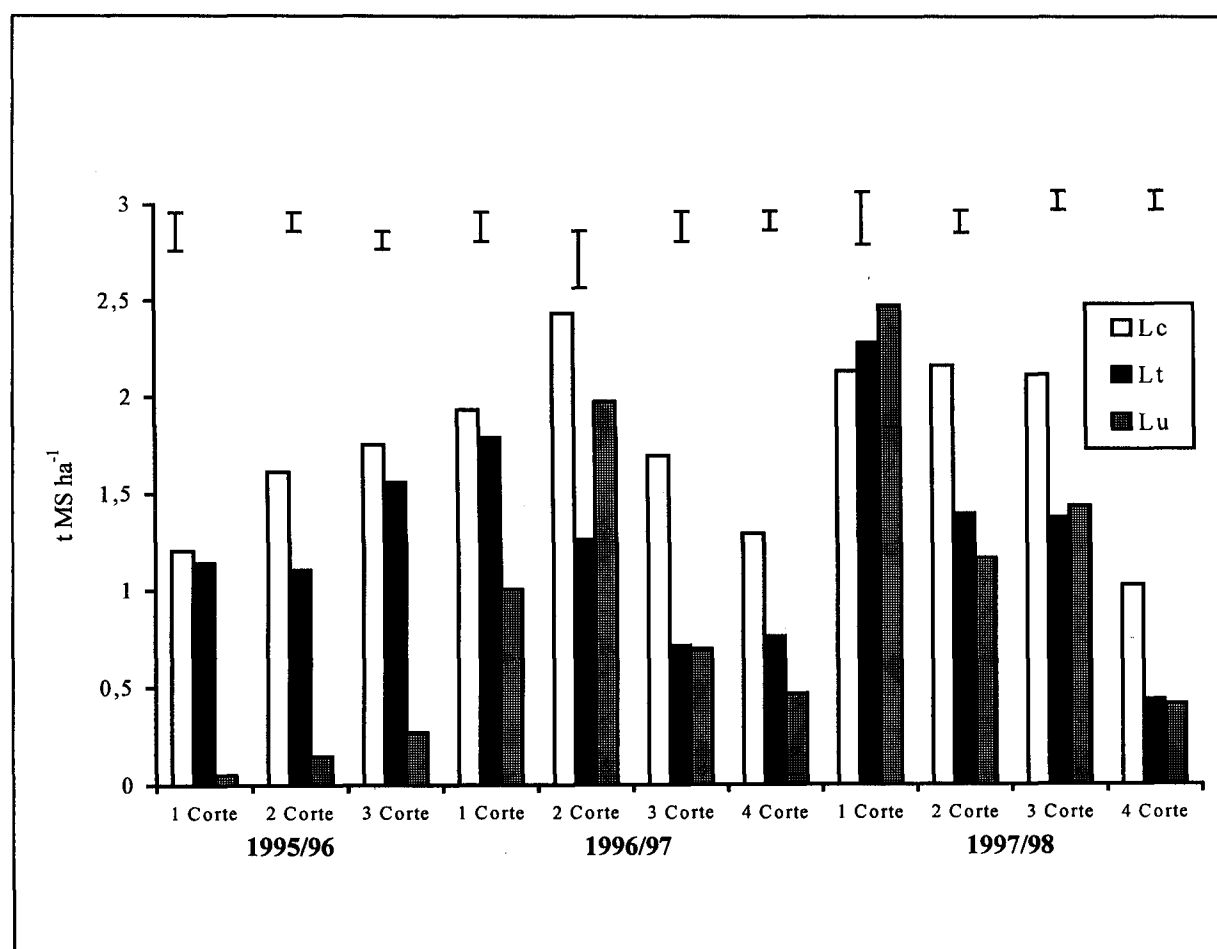


Figura 1. Rendimiento por corte (t MS ha⁻¹) de tres especies de *Lotus*. Promedios de dos frecuencias y tres alturas de corte (Barras verticales = E.E. para comparar medias de especies).

El rendimiento del quinto corte en la frecuencia de 6 semanas, en las temporadas 1996/97 y 1997/98 está incluido en el cuarto corte.

Figure 1. DM yield (t ha⁻¹) of three *Lotus* species. Means of two frequencies and three cutting heights (Vertical bars = s.e. for species comparison).

The yield of the fifth cut in the 6 week frequency, for the 1996/97 and 1997/98 growing seasons, is added to the fourth cut yield.

E.E.: Error Estándar.

Lotus tenuis muestra una caída muy pronunciada en el rendimiento desde primavera en adelante. Esta característica es también señalada por Miñon *et al.* (1990) basados en datos en la Pampa Deprimida (Argentina), aún cuando la caída es menos pronunciada que la de este experimento. Los rendimientos totales de esta especie fueron inferiores a los encontrados por Aliaga (1980) (15 t MS ha⁻¹) en una pradera naturalizada de la V Región, pero del mismo orden de los obtenidos en Argentina por varios autores citados por Miñon *et al.* (1990).

En el caso de Lu llama la atención su alto rendimiento en el primer corte de la tercera temporada. Probablemente, en el período de fines de primavera y verano es afectada por las altas temperaturas dominantes en la zona, cosa que debería ocurrir en menor grado en las otras 2 especies. Los rendimientos anuales de esta especie se aproximan a los alcanzados por Harris (1995) en New South Wales, Australia.

La frecuencia de corte no afectó significativamente los rendimientos de MS en ninguna de las tres especies. Tampoco fue significativa la interacción frecuencia por altura de corte, excepto en los resultados de algunos cortes aislados. En ello, puede influir el hecho de que tanto la altura mínima como la frecuencia mínima utilizadas fueron superiores a las usadas en otros experimentos (Harris, 1995, en Lu; Aliaga, 1990, en Lt; o Alison and Hoveland, 1989b, en Lc), en los que sí se encontró efecto de la interacción mencionada. Alison and Hoveland (1989b) obtuvieron incrementos de producción anual de 5,9 a 8,8 t MS ha⁻¹ al pasar de una frecuencia de 3 semanas a 6 semanas cuando se cortó a 5 cm, y de 4,2 a 5,8 cuando se cortó a 10 cm.

El efecto de la altura de corte (Figura 2) sobre el rendimiento total anual de *Lotus* puro en el primer año fue significativo ($P \leq 0,05$) sólo en Lc, que produjo más cuando se cortó a 3 cm que a 9 cm de altura. *Lotus tenuis* y Lu no fueron afectados por la altura de corte. En la segunda temporada (1996/97) no hubo efecto de la altura

de corte en las 3 especies; en la tercera temporada la tendencia fue similar. Por lo tanto, se puede concluir que no hay efecto de la altura de corte en el rango de 3 a 9 cm, ya que el efecto del primer año correspondería a la diferencia de producción en el primer corte, a favor del corte bajo, cuando se inicia la aplicación de los tratamientos. Los resultados de Harris (1995) en Lu muestran una tendencia altamente significativa al aumento de los rendimientos al subir la altura de 2 a 12 cm, pero trabajó sólo un año en una pradera establecida, por lo cual existiría el mismo efecto mencionado para el primer corte de este experimento.

En Lc los datos de Alison and Hoveland (1989b) muestran un fuerte incremento del rendimiento al aumentar la altura de 5 a 10 cm, especialmente cuando la frecuencia de corte fue 6 semanas con respecto a 3 semanas. Estos autores encontraron además, diferencias marcadas debidas a frecuencias y alturas de corte, entre variedades de Lc de diferentes hábitos de crecimiento. Greub and Wedin (1971b) afirman que no hay ninguna ventaja en cortar y pastorear Lc a baja altura, tanto en el corto como en el largo plazo. Cortes a 3,8 cm versus 7,6 y 11,4 cm incrementaron la producción en el corto plazo, pero en los rebrotes siguientes el rendimiento se redujo en la misma cantidad.

Experimento de pastoreo. Los rendimientos de MS bajo pastoreo (Figura 3) de lotera pura fueron superiores a los obtenidos en corte. Lo mismo ocurrió con la contribución de otras especies. Ello puede deberse a una sobrestimación del rendimiento debido al método de evaluación o a un efecto del suelo o del pastoreo mismo. En la primera temporada Lc y Lt rindieron igual y fueron superiores a Lu. En el segundo año Lc y Lt presentaron rendimientos similares a los del experimento de corte, pero Lu no mostró el mismo potencial, ya que rindió sólo poco más de 3 t MS ha⁻¹, en tanto que bajo corte alcanzó 4,5 t. En la tercera temporada Lc y Lt disminuyeron su rendimiento marcadamente con respecto a 1996/97. Esto se puede asociar a la caída en la densi-

dad de puntos de crecimiento entre 1995/96 y 1996/97 (Cuadro 3), la cual fue pronunciada en Lc y Lt y leve en Lu. No se observaron diferencias significativas por efecto de la intensidad de pastoreo (3-5 cm versus 8-10 cm).

VARIABLES INDICADORAS DE CRECIMIENTO

No se encontró efecto significativo de la altura del residuo sobre las variables de crecimiento medidas en el experimento de corte. Sheath (1980) no observó efecto de la altura de corte en la densidad de plantas de Lu medida en enero,

pero sí lo encontró en septiembre del año siguiente cuando la altura de 1,5 cm presentó una densidad inferior a la altura de 9,5 cm. Alison and Hoveland (1989b), trabajando con 17 variedades de Lc, observaron un mayor número de plantas por metro cuadrado para las alturas de 3 y 5 cm que para la altura de 10 cm.

En relación con dimensiones de las hojas y tasas de aparición de hojas, no hay datos para *Lotus* spp. En trébol blanco, Wilman and Acuña (1993) encontraron que al reducir la altura de corte disminuían las dimensiones de las hojas y no se

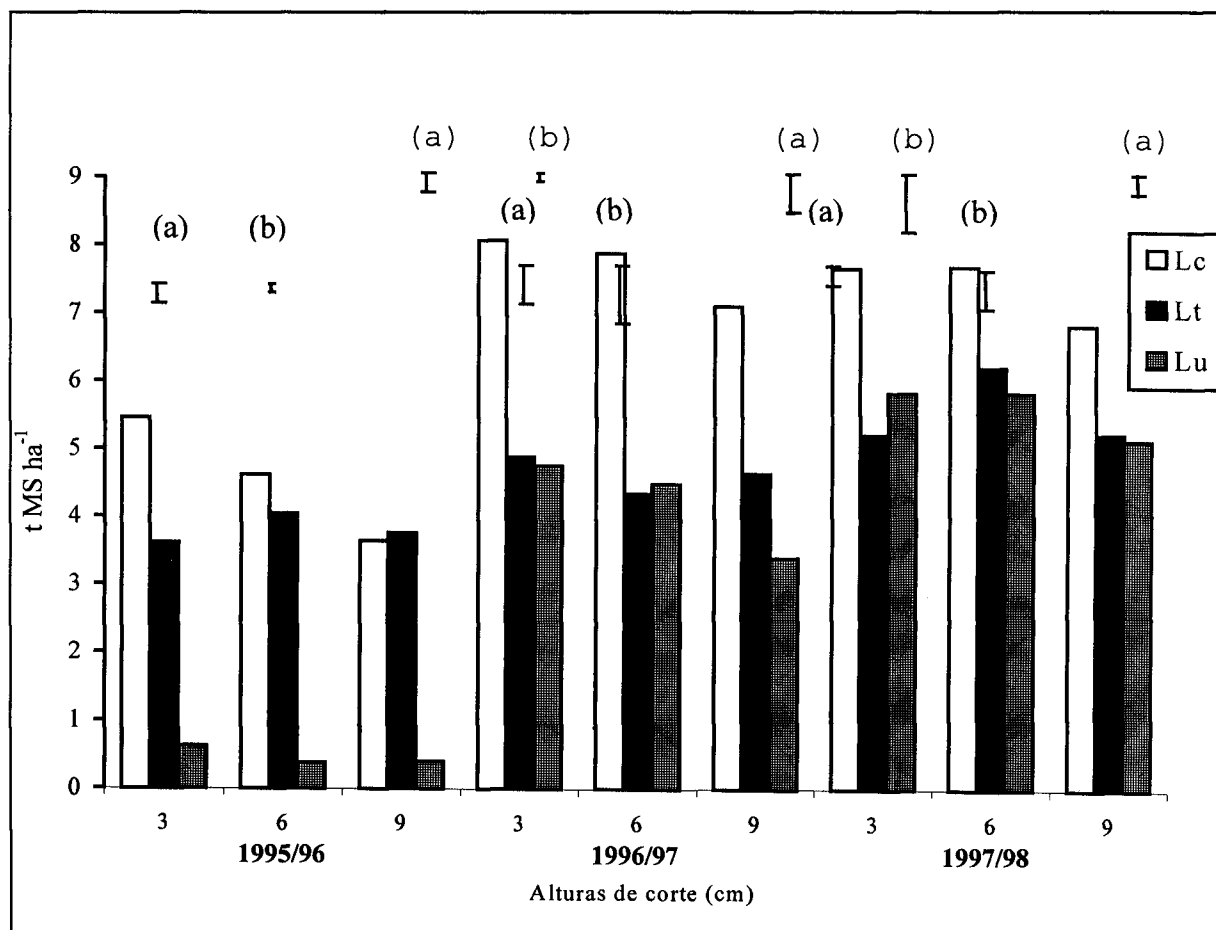


Figura 2. Efecto de la altura de corte en los rendimientos ($t MS ha^{-1}$) por temporada de tres especies de *Lotus*. Promedios de dos frecuencias de corte (Barras verticales = E.E. para comparar medias de altura dentro de especies (a) y medias de especies dentro de cada altura (b)).

Figure 2. Effect of cutting height on the DM yield ($t ha^{-1}$) per growing season of three *Lotus* species. Means of two cutting frequencies (Vertical bars = s.e. for comparison of cutting height means for species (a) and for comparison of species means for each cutting height (b)).

E.E.: Error Estándar.

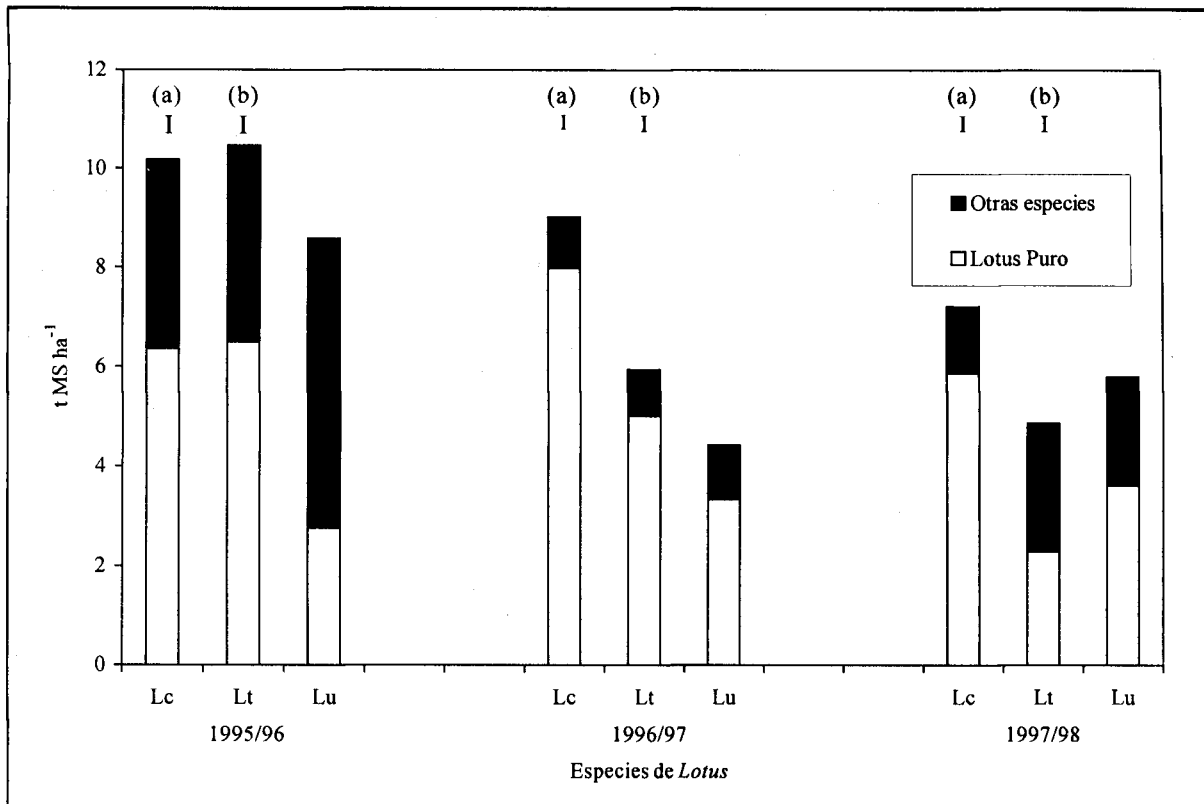


Figura 3. Rendimientos por temporada (t MS ha⁻¹) de tres especies de *Lotus* y otras especies en el experimento de bajo pastoreo. Promedio de dos intensidades de utilización (Barras verticales = E.E. para comparar medias de *Lotus* spp. (a) y para medias de otras especies (b)).

Figure 3. DM yield (t ha⁻¹) per growing season of *Lotus* and other species in the grazing experiment. Means of two defoliation intensities. (Vertical bars = s.e. for comparison of means of *Lotus* spp. (a) and for comparison of means of other species (b)).

E.E.: Error Estándar.

afectaba la tasa de aparición de ellas. Probablemente, en el presente experimento la altura de corte más baja (3 cm) no fue tan extrema como para evidenciar los efectos encontrados por los autores mencionados.

El peso seco de los rizomas fue significativamente inferior en la altura de 1,5 cm versus 5,0 y 9,5 cm. En trébol blanco se ha encontrado que a menor altura de corte se produce mayor porcentaje de ramificaciones en los estolones, mayor largo de estolones, internudos más cortos y mayor número de puntos de crecimiento (Wilman and Acuña, 1993). Por otro lado, Troughton (1957) señala que en gramíneas existe una relación po-

sitiva entre el crecimiento de los órganos subterráneos y el incremento de la altura de corte.

El efecto de la frecuencia de corte sobre las variables de crecimiento (Cuadro 2) fue más marcado. En relación con la densidad de puntos de crecimiento por unidad de área, Lc y Lt muestran valores significativamente mayores en la frecuencias de 6 semanas lo cual, sólo en el caso de Lt se asocia con una mayor tasa de aparición de hojas. En cambio, en el caso de Lc y Lu la relación entre densidad de puntos de crecimiento y tasa de aparición de hojas es inversa. Como en la axila de cada hoja existe una yema que puede o no dar origen a una nueva rama, ya

sea en el caso de una planta erecta o estolonífera (Jewiss, 1993), el porcentaje de ramificaciones sería mayor en la frecuencia de 6 semanas en Lc y Lu. Esto estaría relacionado con el estado fenológico de la planta al momento del corte, las tasas de senescencia de hojas y de muerte de tallos a nivel del suelo y sombreadamiento.

Los folíolos de Lt fueron significativamente más largos y anchos en la frecuencia de 6 semanas con respecto a la de 8 semanas. En el caso de Lc sólo el ancho de los folíolos fue significativamente mayor en la frecuencia de 6 semanas. Lu no mostró diferencias. No hay datos en la literatura que permitan corroborar estos resultados. Hay que tener en cuenta que las mediciones se hicieron, en ambas frecuencias, una semana después del corte. Según Blumenthal *et al.* (1994), Lc (y probablemente también Lt), a diferencia de alfalfa, no inicia el rebrote antes que se corte el follaje del crecimiento anterior, por lo tanto, las hojas en ambas frecuencias tenían la misma edad. Así, se podría decir que el desarrollo de los folíolos es más lento cuando la frecuencia de corte va más allá de las 6 semanas. Sin em-

bargo, el índice de área foliar (IAF) no difirió significativamente, e incluso tendió a ser mayor en la frecuencia de 8 semanas, excepto en Lu en que tendió a bajar. Greub and Wedin (1971b) encontraron que el IAF residual después del corte a 3,8; 7,6; y 11,4 cm en Lc fue 0,05; 0,37; y 1,10, respectivamente. El peso seco de la lámina fue significativamente mayor con una frecuencia de 6 semanas para Lc y Lu y no varió para Lt. Si esto último se asocia con los resultados de dimensiones de las hojas se podría concluir que la fitomasa fue mayor en la frecuencia de 6 semanas vs la de 8 semanas en las tres especies.

Las tasas de aparición de hojas no difirieron por efecto de la frecuencia de corte en Lc, pero en Lt y Lu fueron significativamente más altas en la frecuencia de 6 semanas. Wilman and Asiegbu (1982) y Davis and Jones (1992) indican que hay una relación positiva entre la tasa de aparición de hojas, en las gramíneas y trébol blanco, y la temperatura del aire y del suelo. Esto podría explicar los resultados ya que Lc por su hábito de crecimiento erecto permitiría un calentamiento del suelo similar en ambas frecuencias, pero en

Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de corte (6 y 8 semanas), en tres especies de *Lotus*, sobre algunas variables indicadoras de crecimiento, en la segunda temporada (1996/97), en el experimento de corte. Promedios de tres alturas de corte

Table 2. Effect of cutting frequency (6 and 8 weeks) on the three *Lotus* species on some growth variables during the second growing season (1996/97) of the cutting experiment. Means of three cutting heights

Variables	Especie <i>L. corniculatus</i>		<i>L. tenuis</i>		<i>L. uliginosus</i>		EE*	
	Frec.	6	8	6	8	6		8
Largo del folíolo central (mm)		13,96	13,27	12,02	10,49	11,85	11,3	0,293
Ancho del folíolo central (mm)		6,38	5,05	3,91	3,08	6,05	5,88	0,170
Índice de área foliar		2,78	3,15	2,23	2,42	3,03	2,65	0,180
Peso seco de lámina (mg cm ⁻²)		9,69	7,62	7,89	7,70	12,59	7,60	0,569
Tasa aparición de hojas (Nº semana ⁻¹)		2,22	2,47	1,79	1,12	1,72	0,85	0,122
Puntos de crecimiento (Nº 0,1m ⁻²)		318	242	413	300	396	411	4,628
Peso de rizomas y estolones (g 0,1m ⁻²)		-	-	-	-	19,58	26,74	3,865
Largo de estolones (m m ⁻²)		-	-	-	-	84,87	77,43	7,090

*EE: error estándar para comparar medias de frecuencia dentro de cada especie.

Lt y Lu, por su crecimiento postrado, hay una mayor cantidad de residuo a nivel del suelo, por mayor senescencia de hojas y tallos, en la frecuencia de 8 semanas, lo cual contribuiría a disminuir la temperatura del suelo.

El desarrollo de rizomas y estolones en Lu no mostró diferencias significativas aun cuando el peso seco tendió a ser mayor en la frecuencia de 8 semanas. Harris (1995) encontró que el corte frecuente (4 semanas) produjo menos rizomas que 8 y 12 semanas. También observó una interacción significativa entre altura y frecuencia de corte de modo que en cortes frecuentes el desarrollo de los rizomas aumenta al aumentar la altura de corte. Probablemente en este experimento no se observó lo anterior porque la frecuencia menor fue 2 semanas más amplia (6 semanas).

En el experimento de pastoreo (Cuadro 3), al igual que en el experimento de corte, no hubo efecto de la intensidad de la defoliación en la densidad de puntos de crecimiento de Lc y Lt. Sin embargo, Lu mostró una marcada caída de la densidad al dejar un residuo más alto. Esto último es coincidente con lo encontrado por Wilman and Acuña (1993) en trébol blanco, donde observaron una disminución promedio de 200 a 50 puntos de crecimiento m⁻² al incrementar la altura de corte de 2 a 10 cm. Por tratarse esta última especie de una leguminosa de hábito de crecimiento parecido a Lu, podría asumirse que los resultados encontrados corresponden al mismo efecto, pese a que no se observó un efecto equivalente en el largo y peso seco de estolones. Probablemente, la explicación de ello es que el pastoreo intenso produce mayor tasa de ramifi-

Cuadro 3. Efecto de la intensidad de defoliación sobre la densidad de puntos de crecimiento en tres especies de *Lotus*, y sobre el largo y peso seco de rizomas y estolones de *L. uliginosus*, en el experimento de pastoreo

Table 3. The effect of the intensity of defoliation on the density of growing points in three species of *Lotus*, and on the length and dry weight of rhizomes and stolons of *L. uliginosus* in the grazing experiment

Número de puntos de crecimiento en 0,1 m²

Fecha	Intensidad de defoliación	<i>L. corniculatus</i>	<i>L. tenuis</i>	<i>L. uliginosus</i>
25/01/96	Alta	656	556	396
	Baja	613	589	179
	E.E.		87,3	
06/02/97	Alta	112	133	247
	Baja	127	141	161
	E.E.		38,9	

Largo (m 0,1 m²) y peso seco (g 0,1 m²) de rizomas y estolones de *L. uliginosus*

Fecha	Intensidad de defoliación	Largo de rizomas y estolones	Peso seco de rizomas y estolones
02/02/98	Alta	6,86	7,2
	Baja	6,14	7,8
	E.E.	1,000	1,17

E.E.: Error Estándar.

cación de los rizomas y estolones y entrenudos más cortos. En las especies no estoloníferas (Lc y Lt) se observó una fuerte caída desde 1996 (primera temporada) a 1997, en tanto que en Lu esto se observó sólo en la intensidad alta.

CONCLUSIONES

1. La altura de corte no afectó el crecimiento de *Lotus*, excepto en Lu donde el pastoreo intenso tendió a producir mayor densidad de puntos de crecimiento por unidad de área que el pastoreo liviano.
2. La defoliación de *Lotus* cada 6 semanas produjo hojas de mayor tamaño en Lc y Lt, de

mayor peso específico en Lc y Lu, y tasas de aparición de hojas significativamente más altas en Lt y Lu, que la defoliación cada 8 semanas.

3. *Lotus corniculatus* presentó rendimientos de MS más altos y una distribución de la producción más uniforme a través de la temporada de crecimiento que Lt y Lu, las que tienden a concentrar su producción en primavera.
4. Los efectos de altura y frecuencia de corte no fueron consistentes en los tres años ni en las tres especies.

RESUMEN

Durante 3 años se estudió el efecto de la altura y de la frecuencia de defoliación, tanto en corte como en pastoreo, en la densidad de puntos de crecimiento por unidad de área, dimensiones de las hojas, largo y peso seco de rizomas y estolones y productividad en tres especies del género *Lotus*: *L. corniculatus* (Lc), *L. tenuis* (Lt) y *L. uliginosus* (Lu), en un suelo arcilloso. La altura de corte no afectó las variables de crecimiento excepto en Lu donde el pastoreo intenso tendió a producir mayor densidad de puntos de crecimiento por unidad de área que el pastoreo liviano. La frecuencia de utilización de 6 semanas produjo hojas de mayor tamaño en Lt y Lc, de mayor

peso específico en Lc y Lu y tasas de aparición de hojas significativamente más altas en Lt y Lu, que la frecuencia de 8 semanas. *Lotus corniculatus* presentó los rendimientos más altos (alrededor de 8 t MS ha⁻¹ año⁻¹) y una distribución de la producción más uniforme a través de la temporada de crecimiento que Lt y Lu, las que tienden a concentrar su producción en primavera. No hubo efecto consistente en los tres años, de la altura y frecuencia de corte en los rendimientos de las tres especies.

Palabras claves: *Lotus*, defoliación, altura de corte, frecuencia de corte.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, P. H. 1993. Evaluación de pasturas en pequeñas parcelas bajo pastoreo. Dos experimentos realizados en Chile. Diálogo XXXVIII. Metodología de evaluación de pasturas. IICA-PROCISUR. Montevideo, Uruguay. p. 35-44.
- ACUÑA, P. H. 1998. Comparación de variedades de tres especies del género *Lotus* (*L. corniculatus* L., *L. uliginosus* Cav y *L. tenuis* Wald et Kit) en suelos de aptitud arrocera. Agricultura Técnica (Chile) 58(1): 7-14.

- ALIAGA, O. 1980. Efecto 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. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía. 129 p.
- ALISON, M., W. JR. AND HOVELAND, C. S. 1989a. Birdsfoot trefoil management. I. Root growth and carbohydrate storage. *Agronomy Journal* 81: 739-745.
- ALISON M., W. JR. AND HOVELAND, C. S. 1989b. Birdsfoot trefoil management. II. Yield, quality and stand evaluation. *Agronomy Journal* 81: 745-749.
- BLUMENTHAL, M. J.; KELMAN, W. M.; LOLICATO, S.; HARE, M. D. AND BOWMAN, A. M. 1994. Agronomy and improvement *Lotus*: A review. In: Michalk, D. L.; Graig, A. D. and Collins, W. J. (Eds.). *Alternative pasture legumes 1993*. Department of Primary Industries. South Australia. Technical Report 219. p. 74-85.
- BULLARD, M. J. AND CRAWFORD, T. J. 1985. Productivity of *Lotus corniculatus* L. (birdsfoot trefoil) in the UK when grown under low-input conditions as spaced plants, monoculture swards or mixed swards. *Grass and Forage Science* 50: 439-446.
- CHARLTON J. F. L. 1983. *Lotus* and others legumes. In: Wratt, G. S. and Smith, H. C. (Eds.). *Plant Breeding in New Zealand*. Wellington, New Zealand. Butterworths. p. 253-257.
- DAVIS, A. AND JONES, D. R. 1992. The production of leaves and stolons branches on established white clover cuttings in relation to temperature and soil moisture in the field. *Annals of Botany* 69: 515-521.
- JEWISS, O. R. 1993. Shoot development and number. In: Davis, Alison; Baker, R. D.; A. Grant, Sheila and Laidlaw, A. S. (Eds.). *Sward Measurement Handbook*. 2nd ed. Published by The British Grassland Society. p. 99-120.
- GREUB, L. J. AND WEDIN, W. F. 1971a. Leaf area, dry matter accumulation, and carbohydrate reserves of alfalfa and birdsfoot trefoil under a three-cut management. *Crop Science* 11: 341-344.
- GREUB, L. J. AND WEDIN, W. F. 1971b. Leaf area, dry matter production and carbohydrate reserve levels of birdsfoot trefoil as influenced by cutting height. *Crop Science* 11: 734-737.
- HARRIS, C. A. 1995. Rhizome growth and development of *Lotus pedunculatus* (Cav.) M. S. Thesis. Sidney, Australia. University of Sidney, Department of Crop Sciences. 56 p.
- MIÑON, D. P.; SEVILLA, G. H.; MONTES, L. Y FERNÁNDEZ, O. 1990. *Lotus tenuis*: Leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Buenos Aires, Argentina. Boletín Técnico N° 98. 15 p.
- PETERSON, P. R.; SHEAFFER, C. C. AND HALL, M. H. 1992. Drought effects on perennial forage legumes yields and quality. *Agronomy Journal* 84: 774-779.
- SEANEY, R. R. AND HENSON, P. R. 1970. Birdsfoot trefoil. *Advances in Agronomy* 22: 120-157.
- SHEATH, G. H. 1980. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. "Grassland Maku". *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23: 191-200.

TROUGHTON, A. 1957. The underground organs of herbage grasses. Commonwealth Agricultural Bureaux. Bulletin 44: 163 p.

WAGHORN G. C.; JONES, W. T.; SHELTON, I. D. AND MACNABB, W. C. 1990. Condensed tannin and the nutritive value of herbage. Proceedings New Zealand Grasslands Association 51: 171-176.

WILMAN, D. AND ASIEGBU, J. E. 1982. The effects of variety, cutting interval and nitrogen application on the morphology and development of stolons and leaves of white clover. Grass and Forage Science 37: 15-27.

WILMAN, D. AND ACUÑA, H. 1993. Effects of cutting height on the growth of leaves and stolons in perennial ryegrass/white clover swards. Journal of Agricultural Science Cambridge 121: 39-46.