

ESPECIES LEGUMINOSAS FORRAJERAS PARA CORTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE MAL DRENAJE

Forage legume species for cutting on heavy clay soils with bad drainage

Patricio Soto O.¹*, Ernesto Jahn B.¹, Roberto Velasco H.¹ y Susana Arredondo S.¹

ABSTRACT

Forage yield of three species of leguminous forrages: alfalfa, *Medicago sativa* L.; red clover, *Trifolium pratense* L.; and birdsfoot trefoil *Lotus corniculatus* L. was evaluated in waterlogged soils in the VIIIth Region, Chile, during four seasons with three fertilization rates: 2 t lime ha⁻¹ + 150 kg P₂O₅ ha⁻¹; no lime application + 150 kg P₂O₅ ha⁻¹; and no lime + 70 kg of P₂O₅ ha⁻¹, applying half of the fertilizer dose during the seasons following establishment. The experimental design was randomized complete blocks with four repetitions. An analysis of variance was carried out and means were compared using the Duncan test ($P \leq 0.05$). Alfalfa needed high fertilization to achieve production comparable to birdsfoot trefoil and red clover, reaching its best production with complete fertilization in the first season (4.6 t DM ha⁻¹). The red clover maintained high production until the second season independent of the fertilizer dose (11.8 t DM ha⁻¹), but began to decline in the third season. The birdsfoot trefoil was the species best adapted to these soil conditions, DM yield was not affected by the dose of phosphorus in the four years, reaching production levels of 7.1 t DM ha⁻¹ during the fourth season.

Key words: *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, DM production, waterlogged soils.

RESUMEN

Se evaluó el rendimiento de forraje en tres especies de leguminosas forrajeras: alfalfa, *Medicago sativa* L.; trébol rosado, *Trifolium pratense* L.; y lotera, *Lotus corniculatus* L. en suelos arcillosos de mal drenaje de la VII Región, Chile, durante cuatro temporadas, con tres niveles de fertilización: 2 t de cal ha⁻¹ + 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹; sin aplicación de cal + 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹; y sin cal + 70 kg de P₂O₅ ha⁻¹, aplicando durante las siguientes temporadas la mitad de la dosis de fertilizante aplicado al establecimiento. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se realizó análisis de varianza y en la comparación de medias se usó la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$). La alfalfa necesitó una alta fertilización para lograr una producción comparable a la lograda por la lotera y trébol rosado, alcanzando su mayor producción con fertilización completa en la primera temporada (4,6 t MS ha⁻¹). El trébol rosado mantuvo una alta producción hasta la segunda temporada independiente de la dosis de fertilizante (11,8 t MS ha⁻¹), la que empezó a declinar en la tercera temporada. La lotera fue la especie que mejor se adaptó a estas condiciones de suelo, no se afectó su rendimiento de MS por la dosis de P en los cuatro años, alcanzando niveles de producción de 7,1 t MS ha⁻¹ durante la cuarta temporada.

Palabras clave: *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, producción de MS, suelos inundados.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilmapu, Casilla 426, Chillán, Chile.
E-mail: psoto@inia.cl *Autor para correspondencia.

Recibido: 8 de octubre de 2003. Aceptado: 15 de abril de 2004.

INTRODUCCIÓN

Los suelos arcillosos de mal drenaje, de aptitud arrocerca de la VII y VIII regiones son de profundidad media y con bajo contenido de nutrientes, debido entre otras causas al monocultivo de arroz (*Oryza sativa*), con períodos de descanso de 1 a 2 años, sin uso de fertilización durante los últimos 60 años, debido a razones de tipo económicas, en la mayor parte del área. En estas zonas las praderas permanentes, sean naturales o sembradas, sufren períodos de producción muy críticos en invierno, debido a inundaciones y bajas temperaturas, y en verano por falta de agua y altas temperaturas. Esta situación conduce a una ganadería de pocas opciones técnicas, o simplemente a la disminución obligada en la dotación animal en períodos importantes del año (González, 1992). Diversos estudios han señalado la factibilidad de establecimiento de especies forrajeras de secano y de riego (Soto y Acuña, 1996), lo que indica la posibilidad de reconversión de parte de estos suelos hacia la ganadería intensiva en producción de leche. Aun cuando existe la posibilidad de conservación de forraje usando maíz (*Zea mays*) para ensilaje (Soto y Jahn, 1997), se hace necesario contar con especies de alto potencial productivo, que permitan la obtención de heno y/o pastoreo en estas condiciones.

La introducción de leguminosas forrajeras que presenten facilidad de establecimiento, buena producción y persistencia, representa un importante avance en el sentido de diversificar la agricultura de la zona, ofreciendo posibilidades de desarrollo a la ganadería regional y mejorando la sostenibilidad de los sistemas de producción. Esto último como consecuencia de la capacidad de las leguminosas de fijar N y del aumento de la presencia de los animales que reciclan gran cantidad de nutrientes (Acuña *et al.*, 1997).

El trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) se adapta a suelos arcillosos, ya que no requiere gran profundidad de suelo, pero necesita un suelo con buen drenaje y ausencia de anegamiento prolongado. La duración de esta pradera es de dos temporadas, pero en ocasiones con un buen manejo es posible prolongar su utilización una tercera

temporada (González, 1992). Se utiliza preferentemente en cortes, cualquiera sea el destino del forraje cosechado, sin embargo, el pastoreo no es del todo descartable.

Por otro lado, las especies del género *Lotus* tienen ventajas en cuanto a su adaptación para estas condiciones. Presentan tolerancia al exceso de agua en el suelo durante el invierno (Barta, 1986) y a las malas condiciones de drenaje del suelo. Crecen bien en suelos de baja fertilidad, con problemas de disponibilidad de P y K especialmente, sin requerir de altas aplicaciones de éstos y otros elementos (Charlton, 1983). En suelos de aptitud arrocerca alcanzan buenos rendimientos de forraje, alrededor de 10 t ha⁻¹ (Acuña, 1994) de alta calidad, especialmente por su aporte de proteína (Acuña, 1998) y su eficiente utilización por los rumiantes a consecuencia de la acción de los taninos condensados en el rumen. Se puede pensar que es una buena alternativa en suelos con serias restricciones para alfalfa (*Medicago sativa* L.), como poca profundidad, nivel freático alto, baja fertilidad, bajo pH, etc.

Por otra parte, la alfalfa también puede ser establecida en suelos de textura franco arcillosa, pero éstos deben presentar una pendiente suave, de tal manera que permita el escurrimiento superficial del agua en forma relativamente rápida. Al respecto, Soto (2000) señaló que la alfalfa en este tipo de suelos necesita una fertilización alta y aplicación de cal (150 kg ha⁻¹ P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ K₂O y sobre 2,5 t cal ha⁻¹) para obtener una producción aceptable.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de materia seca de distintas leguminosas forrajeras que puedan destinarse a conservación de forraje como heno en suelos arcillosos, usando encalado y fertilización fosfatada, y determinar los costos de producción de la materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó a 5 km al sur de la ciudad de Parral (36°11' lat. Sur, 71°49' long. Oeste y 174 m.s.n.m.) VII Región, Chile, en un suelo arcilloso de mal drenaje serie Parral, Vertisol (Soil Survey Staff, 1994). El análisis de suelo inicial,

tomado a una profundidad de 20 cm indicó un pH 5,5; 10 mg kg⁻¹ de N-NO₃; 4 mg kg⁻¹ de P.

El ensayo se estableció el 17 de octubre de 1995, sobre un suelo que provenía de una rotación arroz-pradera natural-avena invernal-maíz ensilaje-avena invernal, el cual presentaba una profundidad de más de 50 cm y 33% de arcilla en los primeros 25 cm. La siembra se realizó con una máquina sembradora de ensayos (Planet Junior, USA). Previo a la siembra el suelo fue subsolado, luego en la preparación de suelo se realizaron labores de rotura, cruza, rastrajes y nivelación.

La descripción de los distintos tratamientos se presentan en el Cuadro 1. Las dosis de semilla utilizadas en todos los tratamientos fueron: alfalfa 25 kg ha⁻¹ con excepción del cv. Joya con el cual se utilizó una dosis de 30 kg ha⁻¹; trébol rosado 15 kg ha⁻¹, y lotera 12 kg ha⁻¹. Las semillas se inocularon con el rizobio específico a razón de 10 g kg⁻¹ de semilla. Se usó metil celulosa al 1% como adherente (1 L kg⁻¹ de semilla). Con esta mezcla se humedecieron las semillas, después se cubrieron y peletizaron con carbonato de calcio.

En la primera temporada (1995) se aplicaron 2.000 kg ha⁻¹ de cal (Soprocál) a los primeros cinco tratamientos, la que se incorporó en la última preparación de suelo. La dosis de P (150 ó 70 kg ha⁻¹) se aplicó como super fosfato triple localizado en la línea de siembra. Todos los tra-

tamientos recibieron una dosis de 100 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio aplicados al voleo después de la siembra. En la segunda temporada (1996), el 31 de diciembre se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio a todos los tratamientos. En la tercera temporada, en agosto de 1997, se aplicó la mitad de la dosis de siembra de P según los tratamientos, es decir, 75 ó 35 kg de P ha⁻¹ según corresponda, además de 50 kg ha⁻¹ de sulfato de K a todos los tratamientos. En la última temporada, en julio de 1998, se aplicó la misma cantidad de P y K que en la temporada anterior más 1 t cal ha⁻¹. Los fertilizantes aplicados desde la segunda y hasta la cuarta temporada correspondieron a dosis de mantención.

El ensayo se regó durante todas las temporadas desde octubre a marzo con una frecuencia de 10 a 15 días. Además durante las cuatro temporadas se realizaron controles manuales de maleza. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de 2 x 6 m (12 m²).

Evaluaciones

En la primera temporada sólo se pudieron realizar dos cortes al total del ensayo, debido a que se sembró en el mes de octubre, en un suelo excesivamente húmedo. En las siguientes temporadas las evaluaciones se realizaron independientemente para cada especie, totalizándose cuatro en trébol rosado y lotera, y cinco en el caso de la alfalfa.

Cuadro 1. Tratamientos, especie y cultivares evaluados en experimento en suelos arcillosos.

Table 1. Treatments, species and cultivars evaluated in heavy clay soils experiment.

Tratamientos	Especie	Cultivar	Fertilización (kg ha ⁻¹)	
			CaCO ₃	P ₂ O ₅
T1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	WL-323	2.000	150
T2	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-457	2.000	150
T3	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	Joya	2.000	150
T4	Trébol rosado (<i>Trifolium pratense</i>)	Quiñequeli	2.000	150
T5	Lotería (<i>Lotus corniculatus</i>)	Quimey	2.000	150
T6	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-323	---	150
T7	Trébol rosado (<i>T. pratense</i>)	Quiñequeli	---	150
T8	Lotería (<i>L. corniculatus</i>)	Quimey	---	150
T9	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-323	---	70
T10	Trébol rosado (<i>T. pratense</i>)	Quiñequeli	---	70
T11	Lotería (<i>L. corniculatus</i>)	Quimey	---	70

El material se cortó con una barra segadora de 1 m de ancho (Gravely Profesional 10, USA) a una altura de 10 cm, en una superficie de 5 m².

La disponibilidad de forraje (kg MS ha⁻¹) se evaluó cortando el material verde, el cual se pesó inmediatamente para obtener la producción de materia verde. Posteriormente las muestras se picaron y secaron en un horno de aire forzado a 65°C por 72 h, para determinar el porcentaje de MS.

En el segundo corte de la primera temporada se evaluó la composición química del forraje, determinando el contenido de proteína total por el método de Kjeldahl (AOAC, 1970); la energía metabolizable se estimó a partir de la fibra de tergente ácido (Van Soest, 1963).

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza. La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante el método de comparaciones múltiples de Duncan, con un nivel de significancia de 5%.

Por último, se evaluaron los costos de producción de forraje en suelo arrocerero durante cuatro

temporadas para alfalfa, trébol rosado y lotera. Se realizó el análisis final de suelo para pH y P.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje

Las interacciones entre las especies y temporadas o fechas de corte no fueron significativas. Durante la primera temporada se observaron diferencias significativas de producción entre las especies ($P \leq 0,05$) (Cuadro 2). Los resultados de dos cortes en la primera temporada indicaron que el trébol rosado en cualquier modalidad de fertilización produjo los mismos resultados, sobre 5,5 t MS ha⁻¹, observándose diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos. La alfalfa variedad WL-323 sin aplicación de cal obtuvo las menores producciones de forraje. La lotera no vio afectada su producción por la aplicación de cal, pero su producción fue estadísticamente menor con la mitad de la dosis de P. La alfalfa presentó una mayor respuesta a la fertilización, dado que los tratamientos sin cal presentaron las menores producciones. Según Soto (2000), la acidez del suelo es uno de los problemas básicos para el buen establecimiento

Cuadro 2. Producción de forraje durante cuatro temporadas con diferentes niveles de cal y fósforo en especies forrajeras establecidas en un suelo arrocerero de Parral.

Table 2. Forage production during four seasons with different levels of lime and phosphorus in forage species established in a rice-producing soil of Parral.

Especie	Cultivar	Tratamientos		Producción MS				
		CaCO ₃ (t ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	Total
Alfalfa	WL-323	2	150	3,7 cd ¹	15,6 ab	4,6 b	3,1 c	27,0
Alfalfa	WL-457	2	150	3,4 d	16,2 a	4,0 b	3,4 c	27,0
Alfalfa	Joya	2	150	4,6 bcd	16,8 a	4,0 b	2,8 c	28,2
Trébol rosado	Quiñequeli	2	150	6,0 a	11,8 c	3,9 bc	0,7 de	22,4
Lotera	Quimey	2	150	4,8 abc	13,0 c	6,7 a	7,1 a	31,6
Alfalfa	WL-323	---	150	1,2 e	6,8 d	2,5 d	1,6 d	12,1
Trébol rosado	Quiñequeli	---	150	5,5 ab	11,1 c	3,0 cd	0,6 de	20,2
Lotera	Quimey	---	150	5,8 ab	13,3 bc	6,0 a	4,6 b	29,7
Alfalfa	WL-323	---	70	0,8 e	7,5 d	1,2 e	1,1 de	10,6
Trébol rosado	Quiñequeli	---	70	5,7 ab	10,9 c	2,7 d	0,4 e	19,7
Lotera	Quimey	---	70	4,2 cd	12,8 c	6,0 a	6,3 a	29,3

¹Valores con igual letra en la columna no presentan diferencias significativas entre sí según prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

y producción de la alfalfa; las variaciones de pH bajo 6,8 influyen negativamente en la producción de forraje de la alfalfa (Del Pozo, 1983).

Durante la segunda temporada, en condiciones de alta fertilización y enclado, la alfalfa produjo un 34 y 19% más de MS ha⁻¹ que el trébol rosado y la lotera, respectivamente. Lo contrario se produjo con una fertilización media, sólo de P, en que el trébol rosado y la lotera produjeron un 45 y 71% más que la alfalfa, respectivamente, presentando ambos una buena producción bajo las mismas condiciones de fertilización.

En la tercera temporada, la alfalfa con fertilización completa y alto nivel de P presentó la misma producción que el trébol rosado en las mismas condiciones. La disminución en el rendimiento de la alfalfa se debió principalmente a la presencia de *Phytophthora* spp., que causó la muerte de un gran número de plantas, produciendo una reducción del rendimiento. La lotera en todos los niveles de fertilización superó las 6 t MS ha⁻¹, siendo significativamente ($P \leq 0,05$) superiores a los demás tratamientos.

En la cuarta temporada de evaluación, la lotera superó al resto de los tratamientos en todos los niveles de fertilización, demostrando que es la especie que mejor se adapta a estas condiciones de suelo. Los resultados obtenidos para trébol

rosado fueron superiores a los señalados por González (1992) en este tipo de suelo, donde obtuvo producciones de 8 y hasta 9 t MS ha⁻¹ en la primera y segunda temporada respectivamente.

Se observó que la alfalfa requiere una fertilización alta, al menos 150 kg ha⁻¹ P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ K₂O y sobre 2,5 cal ha⁻¹ para lograr una buena producción en este tipo de suelos, lo que ha sido señalado por Soto (2000) para este cultivo en estas condiciones.

En el caso de la lotera, la aplicación de P al suelo en el nivel alto (150 kg P₂O₅ ha⁻¹) en los cuatro años, no afectó los rendimientos de MS con respecto al nivel bajo de este elemento (70 kg P₂O₅). Ello coincide con datos obtenidos por otros autores en el extranjero, en que esta especie sólo muestran respuesta al P cuando se aplica en cantidades bajas (Russelle *et al.*, 1991). Lo mismo sucede con otras especies menos eficientes en el uso del P, como la alfalfa, que por tener también un sistema radical profundo no muestran respuesta a este elemento en aplicaciones de superficie (Acuña *et al.*, 1991).

El contenido de P y pH del suelo al final del experimento se indica en el Cuadro 3.

Valor nutritivo

En el Cuadro 4 se presentan los valores de algunos índices de calidad del forraje. La proteína

Cuadro 3. Contenido de P y pH en el suelo por tratamiento al final del período de evaluación.
Table 3. P and pH content in the soil by treatment at the end of the evaluation period.

Tratamientos	Especie	Cultivar	P (mg kg ⁻¹)	pH
T1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	WL-323	10	5,2
T2	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-457	12	5,5
T3	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	Joya	9	5,5
T4	Trébol rosado (<i>Trifolium pratense</i>)	Quiñequeli	10	5,5
T5	Lotera (<i>Lotus corniculatus</i>)	Quimey	13	5,4
T6	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-323	11	5,3
T7	Trébol rosado (<i>T. pratense</i>)	Quiñequeli	9	5,4
T8	Lotera (<i>L. corniculatus</i>)	Quimey	9	5,3
T9	Alfalfa (<i>M. sativa</i>)	WL-323	12	5,4
T10	Trébol rosado (<i>T. pratense</i>)	Quiñequeli	10	5,3
T11	Lotera (<i>L. corniculatus</i>)	Quimey	10	5,2

presentó los valores más altos en el trébol rosado sin encalar y valores similares a la alfalfa con aplicación de cal, mientras que los menores valores los presentó la lotera, aunque algunos autores señalan que ésta puede alcanzar un 28% de proteína cuando está en estado vegetativo (Echeverría *et al.*, 1986). Los valores de fibra detergente ácido (FDA) fueron variados, presentando los menores valores la alfalfa y los mayores la lotera, similares a los encontrados por Acuña *et al.* (1997). La energía metabolizable presentó valores similares en todas las especies evaluadas.

Costos de fertilización

Los costos de fertilización fueron evaluados con una aplicación completa en el caso de la alfalfa, aplicando en la primera temporada 2 t ha⁻¹ de cal Soprocal, 326 kg ha⁻¹ de superfosfato triple y 100 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio; en la segunda y tercera temporadas la fertilización correspondió a 152 kg ha⁻¹ de superfosfato triple y 50 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio. Trébol rosado y lotera recibieron una fertilización baja, la que correspondió en la primera temporada a 152 kg ha⁻¹ de superfosfato triple y 100 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio, y en la segunda y tercera temporadas ésta fue de 76 kg ha⁻¹ de superfosfato triple y 50 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio.

En la primera temporada de evaluación todas las especies recibieron dos cortes, que se efectuaron en los meses de enero y marzo. En las temporadas restantes, la alfalfa recibió cinco cortes que se realizaron durante los meses de noviembre, diciembre, enero, marzo y abril. En el caso de la lotera y trébol rosado, en las temporadas restantes recibieron cuatro cortes, en los meses de noviembre, enero, marzo y abril.

Durante la primera temporada, los costos de producción de forraje por kilogramo de MS fueron mayores en el caso de la alfalfa, que presentó un costo de producción de \$103, mientras que en el caso del trébol y lotera estos valores fueron de \$50 y \$69, respectivamente (Cuadro 5). Los costos de producción durante la segunda temporada disminuyeron, dado que sólo existía un costo de mantención, alcanzando valores de entre 14 y \$ 18 kg⁻¹ MS en las tres especies evaluadas.

A partir de la cuarta temporada de producción, la lotera aún presentaba buen nivel de producción, lo que corrobora que es la especie que mejor se adapta a estas condiciones de suelo. Por otra parte, la lotera vio muy poco afectada su producción por la aplicación de P, por lo que no es posible lograr los resultados obtenidos en esta

Cuadro 4. Composición química del forraje en la primera temporada.
Table 4. Chemical composition of forage during the first season.

Especie	Variedad	Tratamientos				
		CaCO ₃ (t ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	PC ¹ %	FDA %	EM Mcal kg ⁻¹
Alfalfa	WL-323	2	150	22,0	28,8	2,45
Alfalfa	WL-457	2	150	19,8	27,1	2,50
Alfalfa	Joya	2	150	22,3	23,3	2,61
Trébol rosado	Quiñequeli	2	150	22,8	30,5	2,40
Loterá	Quimey	2	150	17,6	25,0	2,56
Alfalfa	WL-323	---	150	19,4	25,8	2,54
Trébol rosado	Quiñequeli	---	150	24,0	31,3	2,38
Loterá	Quimey	---	150	12,8	39,7	3,14
Alfalfa	WL-323	---	70	14,3	20,9	2,68
Trébol rosado	Quiñequeli	---	70	24,6	30,3	2,41
Loterá	Quimey	---	70	15,4	27,5	2,49

¹ PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; EM: energía metabolizable.

Cuadro 5. Costos de fertilización de forraje durante cuatro temporadas en especies forrajeras establecidas en un suelo arrocero de Parral.

Table 5. Production costs of forage during four seasons in forage species established in a rice-producing soil of Parral.

Especie	Temporada agrícola												Costo promedio ponderado \$ kg ⁻¹ MS
	1ª Temporada			2ª Temporada			3ª Temporada			4ª Temporada			
	Producción (MS kg ha ⁻¹)	Total costo (\$ ha ⁻¹)	Costo MS (\$ kg ⁻¹)	Producción MS (kg ha ⁻¹)	Total costo (\$ ha ⁻¹)	Costo MS (\$ kg ⁻¹)	Producción MS (kg ha ⁻¹)	Total costo (\$ ha ⁻¹)	Costo MS (\$ kg ⁻¹)	Producción MS (kg ha ⁻¹)	Total costo (\$ ha ⁻¹)	Costo MS (\$ kg ⁻¹)	
Alfalfa	4.600 ¹	474.639	103,18	16.800	248.972	14,82	4.000	248.972	62,24	2.800	56.523	20,19	36,49
Trébol rosado	5.700	290.663	50,99	10.900	198.021	18,17	2.700	56.523	20,93	n.o. ²	n.o.	n.o.	28,25
Lotera	4.200	293.753	69,94	12.800	198.021	15,47	6.000	198.021	33,00	6.300	198.021	31,43	30,30

¹Valores \$ julio de 2004.

²n.o.: no observado.

Notas: **Alfalfa** primera temporada, se consideró su utilización con dos cortes para henificación; la segunda y tercera temporada consideraron cuatro cortes para heno y un pastoreo directo; la cuarta temporada se consideró sólo para pastoreos directos.

Trébol rosado primera temporada, se consideró su utilización con dos cortes para henificación; la segunda temporada tres cortes para heno y un pastoreo directo y la tercera temporada sólo pastoreo directo.

Lotera primera temporada, se consideró su utilización con dos cortes para henificación; la segunda, tercera y cuarta temporada consideraron tres cortes para heno y un pastoreo directo.

especie con ninguna otra forrajera perenne, y, por lo tanto, se puede producir forraje a costos inferiores a los de la alfalfa y trébol rosado.

CONCLUSIONES

En suelos de mal drenaje es posible la producción de alfalfa a un nivel aceptable, siempre que se considere la aplicación de cal y una cantidad adecuada de fósforo al establecimiento. El trébol rosado y la lotera mantienen una producción aceptable al ser establecidos con una dosis media de fósforo sin aplicar cal.

No se observó un efecto de la aplicación de P en la producción de MS de la lotera, en los cuatro años de evaluación.

Dados los altos costos en fertilización de alfalfa para obtener buenas producciones en este tipo de suelos, y dado que el trébol rosado sólo es productivo durante dos temporadas, es más rentable el establecimiento de lotera produciendo forraje a costos inferiores a los de alfalfa y trébol rosado.

LITERATURA CITADA

- Acuña, H. 1994. Las loteras. Serie Quilamapu N°57. 12 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Acuña, 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 arroceros. *Agric. Téc. (Chile)* 58:7-14.
- Acuña, H., M. Figueroa, L. Barrientos, y C. Cerda. 1997. Deficiencias nutritivas y nodulación en establecimiento de especies forrajeras del género *Lotus*, en suelos arcillosos. *Agrociencia* 13:159-168.
- Acuña, H., P. Soto, A. Vidal, y G. Martínez. 1991. Fertilización de alfalfa con fósforo, potasio y azufre. *Agric. Téc. (Chile)* 51:315-322.
- AOAC. 1970. Official methods of analysis. 1015 p. 11th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C., USA.
- Barta, A.L. 1986. Metabolic response of *Medicago sativa* L. and *Lotus corniculatus* L. roots to anoxia. *Plant Cell Environ.* 9:127-131.
- Charlton, J.F.L. 1983. *Lotus* and other legumes. p. 253-257. In G.S. Wratt and H.C. Smith (eds.). *Plant breeding in New Zealand*. Butterworths, Wellington, New Zealand.
- Del Pozo, I.M. 1983. Ecología y adaptación. p. 87-101. In Del Pozo, I.M. (ed.). *La alfalfa su cultivo y su aprovechamiento*. 3^a ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Echeverría, D., C. Wernli, y G. Cosio. 1986. Características nutricionales de una pradera naturalizada de lotera de hoja angosta (*Lotus tenuis* Wild et Kit). II. Variación de la calidad de las plantas en el tiempo. *Agric. Téc. (Chile)* 46:245-252.
- González, J. 1992. El trébol rosado en suelos arroceros. Investigación Progreso Agropecuario Quilamapu N° 53. p. 31-33.
- Russelle, M.P., R.L. MacGraw, and R.H. Leep. 1991. Birdsfoot trefoil response to phosphorus and potassium. *J. Prod. Agric.* 4:114-120.
- Soil Survey Staff. 1994. Keys to soil taxonomy. 306 p. 6th ed. United States Department of Agriculture – Soil Conservation Service. *Agric. Handb.* 436. U.S. Gov. Print. Office, Washington DC, USA.
- Soto, P. 2000. Adaptación y establecimiento de alfalfa. p. 9-24. In P. Soto (ed.). *Alfalfa en la zona centro sur de Chile*. Colección Libros INIA, N° 4. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.
- Soto, P., y H. Acuña. 1996. Praderas para suelos arroceros. p. 505-518. In Ruiz, I. (ed.). *Praderas para Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Soto, P., y E. Jahn. 1997. Fertilización nitrogenada en maíz para ensilaje en un suelo arroceros. p. 21-22. XX Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA A.G., Chillán, Chile.
- Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 46:829-834.