

Fertilización fosforada, edáfica y foliar, en siembras de otoño y primavera de *Lotus tenuis* en un suelo de la Pampa Deprimida

AA CLÚA Y DO GIMÉNEZ

Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP
CC 327, 1900 La Plata, Argentina

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta de *Lotus tenuis* a la fertilización con fósforo, aplicado por vía foliar y radical, durante la implantación de la especie en un suelo de la "Pampa Deprimida", en dos períodos de siembra: otoño y primavera. Se cultivaron plantas en macetas de 4 litros de capacidad en un suelo Hapludol thapto árglico, del Partido de S. M. del Monte y se probó la fertilización con fósforo, en los siguientes tratamientos: A- 100 kg. ha⁻¹ (como P₂O₅) aplicados en el suelo, en el momento de la siembra; B₁- 6 kg. ha⁻¹ asperjado sobre el follaje al estado de 3 hojas expandidas; B₂- 6 kg. ha⁻¹ asperjados al estado de 6 hojas expandidas y 2 ramas incipientes y C- Testigo sin fertilizar. Se evaluó la respuesta a estos tratamientos en siembras de otoño y primavera, determinándose: número de ramas y hojas, área foliar total, materia seca de la parte aérea y raíz y número de nódulos, en dos cosechas realizadas a los 30 y 75 días de la aplicación foliar B₂. Se observó una respuesta significativa en la producción de biomasa en el tratamiento A, especialmente en la parte aérea, quintuplicando los valores del testigo en la siembra de otoño y triplicándolos en la siembra de primavera. La partición de la biomasa fue modificada por la fertilización en el suelo, con un mayor crecimiento de la parte aérea en relación a la subterránea, en mayor medida para la siembra de otoño. La fertilización foliar, en el tratamiento B₁, también aumentó la producción de biomasa, con respecto al testigo, 60 % en otoño y 37 % en primavera. El tratamiento B₂ fue significativamente superior al testigo en un 46 % sólo en otoño. La nodulación también aumentó significativamente en todos los tratamientos de fertilización; el número de nódulos se incrementó proporcionalmente al aumento de biomasa. Como consecuencia del incremento en biomasa obtenida por la fertilización con fósforo, edáfica y foliar, se favorecería un más rápido establecimiento del cultivo y, eventualmente, un aprovechamiento forrajero más temprano, especialmente en siembras de otoño.

Palabras clave. *Lotus tenuis*, fertilización fosfórica, fertilización edáfica y foliar, siembra otoñal y primaveral.

Recibido el 1 de noviembre de 1995. Aceptado el 19 de julio de 1996

Edaphic and foliar phosphoric fertilization, during autumn and spring sowings of *Lotus tenuis* in a Salado river basin soil

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the response of *Lotus tenuis* to fertilization with phosphorus, either applied to the soil or to the foliage. The experiment was carried out in a Hapludol thapto argic soil of the Salado River Basin area, in two sowing dates: autumn and spring. Plants were cultivated in pots with soil of the area and phosphoric fertilization was tested as follows: A) to the soil at sowing at a dose of 100 kg.ha⁻¹ (as P₂O₅), B₁) foliarly at 6 kg.ha⁻¹ at 3-leaves stage, B₂) foliarly at 6 kg.ha⁻¹ at 6-leaves stage and 2 incipient branches and C) control. Two harvests per growing season (at 30 and 75 days after B₂ treatment) were performed to evaluate number of branches and leaves, total foliar area, dry matter of the aerial part and the roots and number of nodules. Biomass production on treatment A was significantly increased mainly in the aerial part, exceeding five and three times the control in regard to the autumn and spring sowing, respectively. The aerial dry matter was increased due to soil P-fertilization, mainly in autumn. Foliar fertilization (B₁) also showed an increase in biomass production in 60 % and 37 % during autumn and spring respectively. B₂ treatment only increased biomass production by 46 % in autumn. Root nodules were also augmented by all fertilizers treatments and the nodule number was enhanced in relation to total biomass. It's concluded that P-fertilization either applied to soil or to foliage due to biomass increase, perhaps advance the production early in the season and improve forage use, mainly in autumn.

Key words: *Lotus tenuis*, phosphoric fertilization, soil and foliar fertilization, autumnal and spring sowing.

INTRODUCCIÓN

En la región conocida como Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires, el tenor de fósforo asimilable en los suelos es considerado deficiente, presentando valores menores a 10 ppm (Darwich, 1980), razón por la cual, los cultivos en general y las pasturas en particular, no alcanzan a cubrir sus requerimientos de este elemento.

Las experiencias de fertilización con fósforo realizadas en esa región, en dosis de 80 kg.ha⁻¹ (expresado como P₂O₅) dieron incrementos del 90 % en la producción de forraje respecto de los testigos sin fertilizar, debido principalmente a la respuesta de las legumi-

nosas (Berardo y Darwich, 1974).

En esos suelos pobres en fósforo, la composición florística del pastizal muestra una marcada escasez de leguminosas, preponderando las especies de gramíneas (Leon y Bertiller, 1982). Por ello, reviste especial importancia la naturalización de una especie como *L. tenuis*, que podría suplir la escasez mencionada. En este sentido, la fertilización con fósforo representa una práctica clave que favorece la habilidad competitiva de las especies leguminosas, logrando su perpetuación en las mezclas forrajeras.

Experiencias en el campo, respecto a la respuesta de *Lotus tenuis* a la fertilización con fósforo, mostraron diferencias significativas en

la producción de forraje, entre tratamientos con y sin superfosfato a razón de 120 kg.ha⁻¹ (Montes y Cauhépé, 1985; Mazzanti *et al.*, 1988; Castaño y Miñón, 1990). Por otro lado, se encontró en *L. tenuis* un modelo de respuesta a dosis bajas de fósforo diferente a otras leguminosas forrajeras como *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*, verificándose para *L. tenuis* incrementos en la producción de biomasa por unidad de fósforo absorbido, significativamente superiores a *T. pratense* (Ayala Torales *et al.*, 1989; Ayala Torales y Moauro, 1993), pero inferiores a *L. corniculatus* (Mendoza y Gigli, 1995).

La dinámica del fósforo en el suelo es una función compleja, relacionada con el pH, el contenido de arcilla y materia orgánica (Bolaño, 1984). Esto es particularmente importante en los suelos de la Pampa Deprimida, sujetos a inundaciones periódicas, por lo que la fertilización foliar aparece como una alternativa eficaz para suministrar fósforo a la planta, al ser una vía de rápida disponibilidad, superando las restricciones edáficas.

Así, la fertilización con fósforo en el momento de la siembra en el suelo o foliar, favorecería la implantación y el crecimiento inicial de *L. tenuis*, que debido al escaso vigor de las plántulas, presenta una débil competencia frente a especies acompañantes más agresivas como las gramíneas (Beuselínck y McGraw, 1983; Montes y Cauhépé, 1985).

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta de *L. tenuis* a la fertilización fosfórica edáfica en el momento de la siembra o foliar en los estadios iniciales de crecimiento, en siembras de otoño y primavera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en La Plata (34° 52' S; 57° 58' W) en condiciones naturales de luz y temperatura. Durante el otoño (15 de abril) y primavera (7 de octubre) de 1992, se sembraron semillas de *Lotus tenuis* obtenidas de una población naturalizada, en San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires (Ea. San Genaro, 35° 25' S; 58° 50' W), en macetas individuales de 4.0 l (con un diámetro de 14,6 cm), conteniendo suelo extraído de los primeros 30 cm de profundidad del relieve identificado como «media loma» del mismo lugar.

En el suelo se determinó el contenido de materia orgánica por la técnica de Walkley-Black (Jackson, 1964), nitrógeno total por la técnica de Kjeldahl (Jackson, 1964) y el contenido de fósforo por Bray-Kurtz (1945). En la Tabla 1 se muestran los datos analíticos del suelo, corresponde a la serie Udaondo, su clasificación sistemática es: Hapludol Thapto árgico, fino-illítico-térmico (SAG y P, 1989).

En el suelo se determinó el contenido de materia orgánica por la técnica de Walkley-Black (Jackson, 1964), nitrógeno total por la técnica de Kjeldahl (Jackson, 1964) y el contenido de fósforo por Bray-Kurtz (1945). En la Tabla 1 se muestran los datos analíticos del suelo, corresponde a la serie Udaondo, su clasificación sistemática es: Hapludol Thapto árgico, fino-illítico-térmico (SAG y P, 1989).

Tabla 1. Datos analíticos del horizonte superficial (hasta 30 cm de profundidad) de la muestra de suelo Hapludol thapto árgico, fino illítico térmico, serie Udaondo, del partido de San Miguel del Monte (Provincia de Buenos Aires). 35° 25' S; 58° 50' W.

Analytical data of the Hapludol thapto árgico sampling, Udaondo serie soil up to 30 cm depth, in San Miguel del Monte (Buenos Aires Province), Argentina.

Posición en el relieve	Media loma
Profundidad de la muestra	30 cm
Horizonte	A ₁ -AC
Materia Orgánica (%)	5,4
Nitrógeno total (%)	0,259
Fósforo	3,2 ppm
Textura (%) (Franca)	Arcilla (<2 µm) 14,2 % Limo (2-50 µm) 42,0 % Arena (50-2.000 µm) 43,8 %
pH	5,7
C.R.F.	33,53 mg P.kg ⁻¹
Cationes de cambio (mcq/100g suelo)	Ca ⁺⁺ 8,3 Mg ⁺⁺ 5,3 Na ⁺ 0,4 K ⁺ 1,2

Las semillas fueron escarificadas mecánicamente, con el propósito de romper la dormición y uniformar la germinación. Además, con el objeto de observar la nodulación en condiciones naturales de cultivo, no fueron inoculadas.

Las plántulas se regaron a los 7 días de emergidas con una solución al 0,05 % (p/v) de Sulfato neutro de oxiquinoleína (Quinoleine & Co.), con el objeto de prevenir posibles infecciones de "Dumping-off"; luego continuaron los riegos con agua corriente cuando fue necesario hacerlo, manteniendo el suelo a capacidad de campo.

Se utilizaron 30 plantas, una por maceta, por tratamiento en un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos fueron: A: Fertilización edáfica, al momento de la siembra, B₁: Fertilización foliar sobre plantas al estado de 3 hojas expandidas, B₂: Idem B₁ sobre plantas con 6 hojas expandidas y dos ramas incipientes (hasta 1 cm de longitud), C: Tratamiento control, sin fertilizar. Los tratamientos se repitieron en las dos épocas de siembra (otoño y primavera).

Para el tratamiento A se empleó una solución de PO₄H₂K como fuente de fósforo (320 mg de PO₄H₂K en 50 ml de agua por maceta) equivalente a 100 kg.ha⁻¹ de fósforo (como P₂O₅). Para los tratamientos B₁ y B₂ se empleó una solución de PO₄H₂K asperjada sobre el follaje, empleando un volumen de 250 ml de agua, por tratamiento, con un asperjador de alto volumen, equivalente a 6 kg.ha⁻¹ de fósforo (como P₂O₅). Se utilizó Tween 20 (Polioxietilensorbitano monooleato) como tensioactivo, en concentración de 1:10.000 en la solución.

Para las dos épocas de siembra, a los 30 y 75 días después de la última aplicación foliar (B₂), se cosecharon 15 plantas por tratamiento: para la siembra de otoño el 19-7 y el 2-9; para la siembra de primavera el 20-12-1992 y el 3-2-1993, respectivamente. Previo a la cosecha se determinó en cada planta el número de ramificaciones y el número de hojas ex-

pandidas. Luego de cosechadas las plantas y con el material fresco, se midió el área foliar total y el número de nódulos de cada raíz.

El área foliar se midió con un medidor Licor LI-3000 (Licor Inc., Nebraska, USA) y el número de nódulos se determinó por recuento en las raíces, previamente lavadas, de cada planta. En el material cosechado se separó, a partir del cuello de la planta, la fracción aérea, incluidas las hojas y la fracción correspondiente a las raíces con nódulos. Ambas se secaron en estufa con corriente de aire forzado a 60 °C durante 7 días y se determinó materia seca de cada una de las fracciones.

En ambas siembras se utilizó un diseño experimental enteramente al azar con 15 repeticiones por tratamiento, para cada cosecha. Los datos obtenidos, se analizaron estadísticamente por análisis de la varianza y las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante el test de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran una respuesta significativa a la fertilización del suelo con fósforo, tanto en la siembra de otoño (Tabla 2 y 3) como en la de primavera (Tabla 4 y 5), medida a través del número de ramas y de hojas expandidas y el área foliar total. Esta respuesta se manifestó ya en la primera cosecha, donde el tratamiento A duplicó los valores del testigo. La magnitud de la respuesta fue similar a la observada en *Lotus tenuis* por Castaño y Miñón (1990) y Ayala Torales y Moauro (1993). Sin embargo, en *Lotus corniculatus*, en un suelo con 10 ppm de P extractable, la fertilización con 30 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, aumentó el área foliar, pero no la biomasa aérea (Ayala Torales *et al.*, 1995).

La acumulación de materia seca aérea (MSA), considerando los tratamientos A y C, fue proporcionalmente mayor en otoño (A/C= 5,46 y 5,87) que en primavera (A/C = 2,87 y

Tabla 2. Número de ramas, número de hojas expandidas, área foliar (cm²) y materia seca aérea (MSA, g), obtenidos en dos cosechas (1) y (2) en la siembra de otoño.

Number of branches, Number of expanded leaves, Foliar Area (cm²) and aerial dry matter (MSA, g), obtained in two harvests (1) and (2) from an autumn sowing.

Tratamiento	N° de ramas		N° de hojas		Área foliar		MSA	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
A	23,2 a	52,3 a	87,7 a	502,4 a	114,1a	774,3 a	1,31 a	10,8 a
B ₁	10,1 b	34,3 b	38,5 b	271,2 b	39,3 b	306,5 b	0,40 b	2,93 b
B ₂	9,5 b	28,9 b	34,1 b	250,0 b	35,0 b	281,0 b	0,30 b	2,70 b
C	8,8 b	22,7 c	30,5 b	207,5 c	26,5 c	226,5 c	0,24 c	1,84 c

Ref.: A Tratamiento de fertilización edáfica a la siembra. B₁ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 3 hojas expandidas. B₂ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 6 hojas expandidas y dos ramas incipientes. C Tratamiento control.

Medias seguidas de igual letra indican diferencias no significativas al 5% del test de Tukey.

Ref.: A Soil fertilization treatment at sowing B₁ Foliar fertilization treatment at 3 expanded leaves. B₂ Foliar fertilization treatment at 6 expanded leaves and 2 incipient branches. C Control.

Means follow by the same letter are not significantly different at 5 % level by Tukey's test.

Tabla 3. Materia seca de raíces (MSR, g), número de nódulos, materia seca total (MST, g) y relación materia seca aérea:materia seca de raíces (MSA/MSR), obtenidos en dos cosechas (1) y (2) en la siembra de otoño.

Dry matter of roots (MSR g), Number of nodes, Total dry matter (MST) and aerial dry matter:dry matter of roots ratio (MSA/MSR) obtained in two harvests (1) and (2) from autumn sowing.

Tratamiento	MSR		N° de nódulos		MST		MSA/MSR	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
A	0,72 a	3,9 a	463,5 a	1085,3 a	2,03 a	14,7 a	1,8 a	2,8 a
B ₁	0,24 b	1,5 b	84,2 b	305,8 b	0,64 b	4,43 b	1,7 a	2,0 b
B ₂	0,18 b	1,4 b	93,9 b	274,7 b	0,48 bc	4,10 b	1,7 a	1,9 b
C	0,14 c	1,0 c	62,6 b	186,0 c	0,38 c	2,84 c	1,7 a	1,8 b

Ref.: A Tratamiento de fertilización edáfica a la siembra. B₁ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 3 hojas expandidas. B₂ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 6 hojas expandidas y dos ramas incipientes. C Tratamiento control.

Medias seguidas de igual letra indican diferencias no significativas al 5% del test de Tukey.

Ref.: A Soil fertilization treatment at sowing B₁ Foliar fertilization treatment at 3 expanded leaves. B₂ Foliar fertilization treatment at 6 expanded leaves and 2 incipient branches. C Control

Means follow by the same letter are not significantly different at 5 % level by Tukey's test.

2,83; para las cosechas de 30 y 75 días, respectivamente), aunque en valores absolutos el crecimiento fue mayor en primavera. Esto indicaría un mayor aprovechamiento del fósforo en el período otoño-invierno, en el cual la especie presenta un menor crecimiento (Alaiga, 1980). Ello podría favorecer un aprovechamiento más rápido del recurso forrajero,

que alcanzaría un mayor rendimiento y, por otro lado, podría facilitar una mayor habilidad para competir con especies más agresivas durante la primavera, como se ha observado en *L. tenuis*, en experiencias posteriores en la Pampa Deprimida, en condiciones de campo (Clúa y Giménez, 1995, no publicado).

Tabla 4. Número de ramas, número de hojas expandidas, área foliar (cm^2) y materia seca aérea (MSA, g), obtenidos en dos cosechas (1) y (2) en la siembra de primavera.

Number of branches, Number of expanded leaves, Foliar area (cm^2) and aerial dry matter (MSA, g) obtained in two harvests (1) and (2) from an spring sowing.

Tratamiento	N° de ramas		N° de hojas		Área foliar		MSA	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
C	22,3 b	45,7 b	126,6 c	287,5 b	121,3 b	304,7 b	1,5 b	4,0 c
A	55,4 a	72,0 a	370,3 a	620,6 a	390,2 a	798,5 a	4,3 a	11,3 a
B ₁	25,3 b	55,8 b	164,1 b	326,1 b	148,0 b	375,1 b	1,5 b	5,5 b
B ₂	27,4 b	48,6 b	163,8 b	314,3 b	142,7 b	358,3 b	1,6 b	5,0 bc
C	22,3 b	45,7 b	126,6 c	287,5 b	121,3 b	304,7 b	1,5 b	4,0 c

Ref.: A Tratamiento de fertilización edáfica a la siembra. B₁ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 3 hojas expandidas. B₂ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 6 hojas expandidas y dos ramas incipientes. C Tratamiento control.

Medias seguidas de igual letra indican diferencias no significativas al 5% del test de Tukey.

Ref.: A Soil fertilization treatment at sowing B₁ Foliar fertilization treatment at 3 expanded leaves. B₂ Foliar fertilization treatment at 6 expanded leaves and 2 incipient branches. C Control.

Means follow by the same letter are not significantly different at 5% level by Tukey's test

Tabla 5. Materia seca de raíces (MSR, g), número de nódulos, materia seca total (MST, g) y relación materia seca aérea:materia seca de raíces (MSA/MSR), obtenidos en dos cosechas (1) y (2) en la siembra de primavera.

Dry matter of roots (MSR, g), Number of nodes, Total dry matter (MST, g) and aerial dry matter:dry matter of roots ratio (MSA/MSR) obtained in two harvests (1) and (2) from spring sowing.

Tratamiento	MSR		N° de nódulos		MST		MSA/MSR	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
A	1,4 a	4,2 a	639,4 a	790,1 a	5,7 a	15,5 a	3,1 a	3,6 a
B ₁	0,5 b	1,8 b	253,0 b	677,6 b	2,0 b	7,3 b	3,0 a	3,0 b
B ₂	0,6 b	1,6 b	209,6 b	661,8 b	2,2 b	6,6 bc	2,7 a	3,1 b
C	0,5 b	1,4 b	97,8 c	534,9 c	2,0 b	5,4 c	3,0 a	2,9 b

Ref.: A Tratamiento de fertilización edáfica a la siembra. B₁ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 3 hojas expandidas. B₂ Tratamiento de fertilización foliar sobre plantas con 6 hojas expandidas y dos ramas incipientes. C Tratamiento control.

Medias seguidas de igual letra indican diferencias no significativas al 5% del test de Tukey.

Ref.: A Soil fertilization treatment at sowing. B₁ Foliar fertilization treatment at 3 expanded leaves. B₂ Foliar fertilization treatment at 6 expanded leaves and 2 incipient branches. C Control.

Means follow by the same letter are not significantly different at 5% level by Tukey's test.

Para la siembra de otoño, en la segunda cosecha, la fertilización edáfica modificó la partición de la biomasa, contrariamente a los resultados hallados en plantas no defoliadas y fertilizadas de *L. corniculatus* por Moauro et al. (1992), con mayor crecimiento de biomasa aérea con respecto a biomasa radical y con aumentos relativamente mayores en otoño que en primavera (Tabla 3 y 5). Si se compara esta misma variable entre testigos de ambas siembras, en primavera fue significativamente mayor que en otoño. Probablemente la longitud del día modificó el patrón de distribución de materia seca, como observaron en *L. tenuis* Balatti y Giménez (1989) con un crecimiento de la biomasa aérea, proporcionalmente mayor en los días largos que en los cortos.

Los tratamientos con fertilización foliar, B₁ y B₂, en la segunda cosecha, mostraron resultados similares al tratamiento A en la materia seca aérea (MSA), aunque con una respuesta de menor magnitud. Para otoño MSA fue un 59 y 47 % mayor al control, en B₁ y B₂, respectivamente. En primavera, MSA fue un 37,5 y 25 % mayor al control, en B₁ y B₂, respectivamente, aunque solo B₁ mostró diferencias significativas. El aprovechamiento del fósforo en los tratamientos B₁ y B₂ resultaría ser mayor en el período otoño-invierno, en virtud de la mayor diferencia encontrada en MSA en la siembra de otoño con respecto a la de primavera.

Si bien en otros experimentos con fertilización foliar con fósforo en leguminosas, como soja, se obtuvo respuesta en dosis como la ensayada en este trabajo (Lauer, 1982), la menor respuesta a la fertilización foliar con respecto a la edáfica, observada en *L. tenuis*, puede deberse tanto a una reducida área de absorción foliar de los primeros estadios de crecimiento (Alexander, 1986), como a la absorción y traslado de fósforo en la planta.

También en la nodulación se hizo evidente el efecto del fósforo. El número de nódulos se incrementó significativamente, con respec-

to al testigo, en todos los tratamientos de fertilización, tanto edáfica como foliar, en ambas épocas de siembra.

Si bien Van Schreven (1958) demostró que la penetración del rizobio en los pelos radiculares se efectúa aun con bajos niveles de fósforo, en dichos casos la infección no avanza y no se producen nódulos. Cuando las plantas disponen desde la germinación, de fósforo soluble, presentan sistemas radiculares más desarrollados, con mayor número de nódulos (Graham, 1992).

Probablemente los altos niveles de Ca y Mg en el suelo (Tabla 1), han favorecido tanto el proceso de infección, en el caso del Ca, como el del crecimiento de bacterias fijadoras, caso del Mg (Norris, 1958; Graham, 1992). De acuerdo a la Tabla 1, el bajo valor del pH del suelo, no limitó el desarrollo de la bacteria fijadora ni de la simbiosis. La asociación *Lotus spp.-Rhizobium loti* es una de las más tolerantes a pH extremo, alcanzando su mayor nodulación y eficiencia fijadora con pH 7. Con valores de pH entre 5 y 6, tanto la nodulación como la fijación decaen, aunque no significativamente (Correa y Barneix, 1993).

Es evidente que la respuesta observada a la fertilización con fósforo sería consecuencia de la baja dotación de fósforo nativo (3,2 ppm). Pero, además, el valor de la capacidad reguladora de fósforo del suelo (C.R.F. = 33,53 mgP.kg⁻¹) aumentaría la disponibilidad del elemento por la baja retención por los coloides, a la par que evitaría un exceso del mismo en la solución del suelo, que provocaría su lixiviación (Bolaño, 1984).

CONCLUSIONES

El agregado de fósforo, tanto en el suelo como por vía foliar, favoreció el crecimiento de las plantas de *L. tenuis*. Estas produjeron mayor biomasa radical y aérea con respecto a los testigos sin fertilizar, siendo relativamen-

te mayores en la siembra de otoño. Esta práctica podría favorecer un rápido implante del cultivo en el período de menor crecimiento y, probablemente, una mejor competencia frente a otras especies más agresivas en el período primavera-verano.

La fertilización foliar representaría una alternativa válida para el suministro de fósforo a *L. tenuis*, permitiendo el uso de dosis sensiblemente menores y presentando, además, la ventaja adicional de que la aplicación aérea permitiría sortear situaciones de inundación, frecuentes en los campos bajos de la Pampa Deprimida.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander A** (1986) Optimum timing of foliar nutrient sprays. En: Foliar Fertilization. Proceedings of First International Symposium on Foliar Fertilization. Berlin. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht: 44-60.
- Allaga O** (1980) Efecto de la frecuencia de corte y altura de residuo sobre el rendimiento de una pradera naturalizada de *Lotus tenuis* (Waldst et Kit), bajo condiciones de riego en la comunidad de Llay-Llay, Quillota. Tesis de grado, Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía, Chile. (Citado en Montes L. (1988). *Lotus tenuis* (Revisión bibliográfica). Revista Argentina de Producción Animal 8: 367-376.
- Ayala Torales A, G Acosta, VA Deregibus y S Cabrini** (1995) Efectos de la modalidad de defoliación y de la fertilización fosforada en pasturas integradas por *Lotus corniculatus* L. Revista Argentina de Producción Animal 15 (1): 77-80.
- Ayala Torales A y P Moauro** (1993) Respuesta de leguminosas forrajeras a la fertilización fosforada. Revista Argentina de Producción Animal 13 (1): 37-38.
- Ayala Torales A, P Moauro y D Rodríguez** (1989) Comportamiento de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* bajo diferentes niveles de fósforo disponible. Revista Argentina de Producción Animal 9 (1): 45-46.
- Balatti PA and DO Giménez** (1989) Effect of night temperature and photoperiod on growth, nodulation and nitrogen fixation in *Lotus tenuis*. Mircen Journal 5: 161-167.
- Berardo A y N Darwich** (1974) Fertilización de pasturas en el sudeste bonaerense. IDIA 314: 8-16.
- Beuselinck PR and RL Mc Graw** (1983) Seedling vigor of three *Lotus* species. Crop Science 23: 390-391.
- Bolaño AA** (1984) Determinación de la capacidad reguladora y concentración ajustada de fósforo, en suelos de la región pampeana. Ciencia del Suelo 2: 99-105.
- Bray RH and LT Kurtz** (1945) Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science 59: 39-45.
- Castaño J y DP Miñón** (1990) Respuesta al agregado de fósforo de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* (comunicación). Revista Argentina de Producción Animal 10 (1): 30-31.
- Correa OS y AJ Barnelx** (1993) Tolerancia al pH de *Lotus tenuis* cv. Chajá y cepas de *Rhizobium loti*. Actas XX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. San Carlos de Bariloche, Argentina: 382-383.
- Darwich N** (1980) Niveles de fósforo asimilable en los suelos pampeanos. Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Tomo II. Paraná, Argentina: 707-710.
- Graham PH** (1992) Stress tolerance in *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* and nodulation under adverse soil condition. Canadian Journal of Microbiology 38: 475-484.
- Jackson ML** (1964) Análisis químico de suelos. Traducción de la 1ra edición norteamericana por Por Dr. Beltran Martinez, J. Omega, Barcelona. 662 pp.
- Lauer DA** (1982) Foliar fertilization of dry beans with Zn and NPKS. Agronomy Journal 74, march-april: 339-344.
- León RJC y M Bertiller** (1982) Aspectos fenológicos de dos comunidades del pastizal de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 20 (3-4): 329-347.
- Mazzanti A, L Montes, D Miñón, H Sariangué y C Cheppi** (1988) Utilización de *Lotus tenuis* en establecimientos ganaderos de la Pampa Deprimida: Resultados de una encuesta. Revista Argentina de Producción Animal 8: 301-305.
- Mendoza R and S Gígil** (1995) Relative effectiveness of phosphorus on narrowleaf and broadleaf birdsfoot trefoil growth and the effect of added phosphorus on vesicular arbuscular mycorrhizal infection. Journal of Plant Nutrition 18 (7): 1483-1494.
- Moauro P, A Ayala Torales, P Izcovich, E Layana y F Arosa** (1992) Interacción defoliación-fertilización fosfórica en *Lotus (Lotus corniculatus)* y Trébol rojo (*Trifolium pratense*). Revista Argentina de Producción Animal 12 (1): 66-67.
- Montes L y MA Cauhépe** (1985) Evaluación de *Lotus tenuis* mediante dos métodos de siembra. Revista Argentina de Producción Animal 5: 313-321.
- Norris DO** (1958) Principles of nodulation and nitrogen fixation. En: Nutrition of the legumes. EG Hallsworth, Ed. Butterworth, London: 78-86.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca** (1989) Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. SAG y P. INTA, CIRN, Instituto de Evaluaciones de Tierras, Buenos Aires: 181-196.
- Van Schreven DA** (1958) The phosphorus in nodulation. En: Nutrition of the legumes. EG Hallsworth, Ed. Butterworth, London: 137-163.