

**NUTRIENTES QUE LIMITAN EL CRECIMIENTO DE MEDICAGOS
ANUALES, EN EL SECANO INTERIOR DE LA ZONA
MEDITERRANEA SUBHUMEDA¹**

**Nutrients limiting growth of annual *Medicago* spp., in the interior dryland of
the subhumid Mediterranean zone of Chile**

Alejandro del Pozo L.², Nicasio Rodríguez S.² y Carmen Lobos S.²

SUMMARY

Nutritives defficiencies that could limit the growth of annual *Medicago* spp., in the interior dryland of the subhumid Mediterranean zone of Chile, were investigated through pot experiments (Chaminade). Also, the effect of phosphorus on the growth and nodulation of *Medicago polymorpha* and *M. arabica*, was evaluatéd.

It was found that phosphorus is the most limiting nutrient. Calcium and potassium are defficient in the more intensively cultivated sites. Results show that the annual *Medicago* spp. respond up to high concentrations of phosphorus in the soil.

Finally, the role of the soil's trophic level in the productivity and relative populations of the annual *Medicago* spp., in the natural pastures of the subhumid interior dryland, is discussed.

INTRODUCCION

Los "medicagos" (*Medicago* spp., Leguminosae) anuales son un componente frecuente pero poco abundante de las praderas naturales del secano interior. En éstas, dominan las especies gramíneas y compuestas y, en menor grado, las leguminosas y geraniáceas (Olivares y Gastó, 1971; Acuña, Avendaño, Ovalle, 1983). De 25 sitios estudiados por Acuña y otros (1983) en la zona Mediterránea subhúmeda, las leguminosas estaban presentes en el 80% de ellos y la biomasa relativa varió entre 0,4 y 24,6%, con un promedio de 8,5%. Entre estas leguminosas, dominan los medicagos anuales, especialmente *M. polymorpha*. También, en sectores más húmedos se encuentra *M. arabica*, la cual presenta un período vegetativo levemente más largo (Ovalle, 1986). Ambas son especies nativas de la cuenca del Mediterráneo (Lesins y Lesins, 1979) y están naturalizadas en Chile.

Pese a la baja representación que tienen los medicagos anuales en las praderas naturales, existen sectores bien localizados donde han emergido praderas de *M. polymorpha*, y corresponden a sitios donde han sido arrancadas las viñas. Las evaluaciones hechas por del Canto, del Pozo y Avendaño (1987), indican que la productividad de esas praderas es alta (entre 4 – 6 ton de m.s./ha), comparada con las praderas naturales y artificiales de la zona.

La baja productividad que presentan las praderas naturales del secano interior, es un fenómeno multicausal, donde la fertilidad natural del suelo juega un rol importante; en general, las praderas del secano interior se encuentran en suelos con bajos niveles de N (9,7 ppm), P (4,1 ppm) y materia orgánica (2,1%) (Acuña y otros, 1983). Esto explica las respuestas casi generalizadas a las aplicaciones de N solo y a la interacción N x P (Acuña, Avendaño y Soto, 1980; Avendaño, Acuña y Ovalle, 1985). La respuesta a las aplicaciones de P es más localizada (Acuña y otros, 1980), debido probablemente a la escasa participación de las leguminosas anuales en las praderas (Acuña y otros, 1983).

¹ Recepción de originales: 29 de febrero de 1988.

² Estación Experimental Quilimapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Por lo tanto, la baja abundancia relativa que presentan los medicagos anuales en las praderas naturales, podría estar en cierta medida asociada a la baja fertilidad natural que presentan los suelos graníticos. De aquí que es interesante conocer qué nutrientes podrían estar limitando el crecimiento de dichas especies en el secano interior subhúmedo y cuál es la importancia relativa de ellos.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos, en macetas de plástico de 1,5 lt de capacidad, bajo condiciones de invernadero.

En el primero se evaluó, con la técnica del Chaminade, el efecto del elemento nutritivo faltante, en el crecimiento y nodulación de *M. polymorpha*. Se estudiaron las deficiencias de P, Ca, Mg, S y de microelementos en conjunto (B, Cu, Zn, Mo y Mn). La forma de aplicación y las dosis de cada elemento se describen en Schenkel y Baherle (1971). Las semillas fueron inoculadas con *Rhizobium meliloti* y no se aplicó N. Se utilizó suelos graníticos de sitios que presentaban distinto nivel de degradación, correspondientes a suelos de: a) una pradera de *M. polymorpha*; b) una pradera anual con más de 15 años de postadura; c) una pradera anual de 1 año; y d) una pradera muy degradada, con un estrato arbustivo de *Baccharis linearis*. A éstos, se les determinó los contenidos de N disponible (Bremner, 1965a), N incubado por 14 días (Bremner, 1965b), K disponible (Chapman y Pratt, 1973), pH en H₂O 1: 2,5 (Jackson, 1964), P disponible (Olsen y Dean, 1966) y porcentaje de m.o. (Thun, Herramn y Knickman, 1955). Las características químicas, de los primeros 15 cm de los distintos suelos seleccionados, se muestran en el Cuadro 1.

Se usó dos repeticiones por cada tratamiento, con 5 plantas por macetero. Los resultados se expresaron como diferencias relativas (DR) entre la fitomasa del tratamiento con fertilización completa (FC) y la del tratamiento sin cada uno de los elementos considerados, es decir:

$$DR = (FC - FI) / FC$$

donde FI es el tratamiento con fertilización incompleta (FC-P, FC-Ca, FC-K, FC-Mg, FC-S, FC-micronutrientes). Las diferencias estadísticas entre tratamientos de fertilización se determinaron a través de un ANDEVA y posterior test de Tukey.

En el segundo experimento, se evaluó el efecto del P en el crecimiento y nodulación de *M. polymorpha* y *M. arabica*. Se usó 3 dosis de P (0, 14 y 79 ppm), aplicadas como KH₂SO₄, y 3 repeticiones. Además, se realizó una fertilización base con CaCO₃ y K₂SO₄. Se sembró 30 semillas inoculadas/macetero y se dejaron 10 plantas/maceta. El suelo perteneció a la serie Maule (Pinochet de la Barra, 1983) y su concentración de P disponible fue de 2 ppm. Las plantas se cortaron a inicios de floración y se evaluó el peso seco de la fitomasa aérea y de los nódulos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El crecimiento aéreo de *M. polymorpha*, en el testigo sin fertilización y en el tratamiento con fertilización incompleta sin P (FC-P), fue estadísticamente menor que en el de fertilización completa, en los suelos sin medicagos (Cuadro 2). La fitomasa en el tratamiento sin Ca y sin K, fue significativamente ($P \leq 0,01$) menor, sólo en el sitio muy degradado con *Baccharis*. En

CUADRO 1. Características químicas de los suelos utilizados en el ensayo de macetas (Chaminade)

TABLE 1. Chemical characteristic of the soils used in the pot experiment (Chaminade)

Origen del Suelo	m.o. o/o	pH	N (ppm)	Ni (1) (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
Pradera con <i>Medicago</i>	1,4	6,3	10	64	26	320
Pradera > 15 años	0,7	5,9	4	26	14	164
Pradera 1 año	1,2	6,0	6	28	11	140
Pradera con <i>Baccharis</i>	0,9	6,0	7	19	8	156

¹ N incubado con 14 días.

CUADRO 2. Efecto de la falta de diferentes nutrientes en la fitomasa y nodulación de *M. polymorpha*, en 4 tipos de suelos graníticos

TABLE 2. Effect of the absence of different nutrients on the phytomass and nodulation of *M. polymorpha*, in 4 types of granitic soils

Origen del Suelo	FC-P	FC-Ca	FC-K	FC-Mg	FC-S	FC-Mic	Testigo sin fertilizar
FITOMASA AEREA							
Pradera con <i>Medicago</i>	0,29	0,13	-0,06	-0,08	-0,06	-0,15	0,20
Pradera > 15 años	0,68**	0,18	0,04	0,07	-0,01	-0,05	0,81**
Pradera 1 año	0,47*	0,37	0,34	0,13	-0,33	0,11	0,68**
Pradera con <i>Baccharis</i>	0,41**	0,34**	0,31**	0,07	-0,07	-0,02	0,69**
BIOMASA NODULOS							
Pradera con <i>Medicago</i>	0,47	0,16	-0,05	-0,21	0,21	0,05	0,32
Pradera > 15 años	0,82**	0,06	0,00	0,12	0,30	0,27	0,97**
Pradera 1 año	0,50**	0,40**	0,48**	-0,33	0,36*	0,19	0,88**
Pradera con <i>Baccharis</i>	0,57	-0,33	-	-0,34	-0,23	-0,23	0,46

Los valores son diferencias relativas entre la fitomasa del tratamiento de fertilización completa (FC) y la del tratamiento con fertilización incompleta.

Los asteriscos indican diferencias significativas entre FC y el tratamiento con fertilización incompleta respectivo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

la pradera de un año, las diferencias no resultaron estadísticamente significativas, debido probablemente al bajo número de repeticiones. Las diferencias relativas fueron menores en el suelo donde había medicagos, posiblemente debido a su mayor fertilidad.

En relación a la biomasa de nódulos, la ausencia de P redujo el peso de éstos, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas en todos los suelos (Cuadro 2). En el suelo proveniente de la pradera de un año, las biomásas de nódulos en los tratamientos sin Ca, sin K y sin S, fueron estadísticamente menores que en el tratamiento con fertilización completa.

Estos resultados indican que el nutriente más limitante sería el P. En los sitios más degradados, donde el trigo ha sido más intensamente cultivado, también aparece deficiente el Ca y el K. La deficiencia de S no es tan evidente en este experimento.

El efecto de diferentes niveles de P en el crecimiento y nodulación de *M. polymorpha* y *M. arabica*, se muestra en la Figura 1. Los resultados de ambos experimentos (Chaminade y fósforo) demuestran que, en los suelos graníticos, los medicagos anuales presentan respuestas hasta altas concentraciones de fósforo en el suelo (≥ 26 ppm) y que el crecimiento a bajos niveles de P (2–4 ppm) es mínimo, aun cuando se ha aportado Ca, K y S. La respuesta a P fue mayor en *M. arabica*.

El aumento de la fitomasa y del peso de nódulos al aumentar el nivel de P, significa que probablemente se incrementó la actividad de la nitrogenasa y la fija-

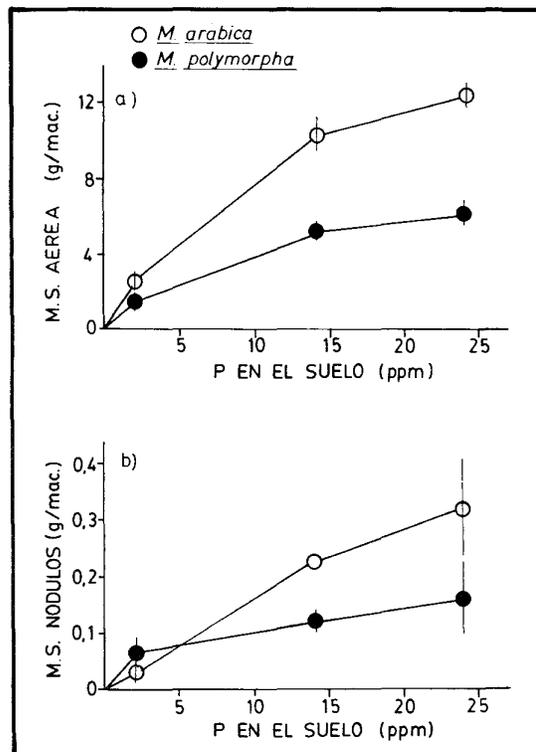


FIGURA 1. Relación entre la concentración de P en el suelo y la m.s. aérea/maceta (a) y peso de los nódulos/maceta (b). Las barras verticales indican 2 errores estándares.

FIGURE 1. Relationship between P concentration in the soil and shoot dry matter/pot (a) and nodules dry matter/pot (b). Vertical bars indicate 2 standar errors.

ción biológica de N. En *M. truncatula*, se ha encontrado un gran aumento de la actividad de la nitrógenoasa, al fertilizar con P (Dahmane y Graham, 1981). También, la fertilización fosforada se traduce en un aumento de la producción de semillas (Bolland, 1985).

Por lo tanto, la baja abundancia relativa que tienen los medicagos en las praderas anuales puede ser explicada, al menos en parte, por la baja fertilidad que tienen actualmente los suelos del secano interior, especialmente en P y, probablemente, en Ca.

Estudios de detección de deficiencias nutritivas realizadas con trébol subterráneo en el secano interior de Cauquenes, indican también que el P es el elemento limitante principal, seguido de S y Ca (Acuña y otros, 1982).

Los experimentos de Dahmane y Graham (1981) indican que, en suelos deficientes en P, las gramíneas tienen ventajas competitivas frente a los medicagos; pero que al aumentar el nivel de P, se favorece el crecimiento de la leguminosa. Esto se debería a los mayores requerimientos de P por parte de los medicagos y a la fijación simbiótica del N, que los independiza del suministro externo de este elemento, en relación a las gramíneas.

De acuerdo a lo anterior, es razonable pensar que, en una pradera multiespecífica donde los medicagos anuales están presentes, el P (como también el Ca) tenga un rol importante en el mejoramiento y/o mantención de la participación de estas especies y en la producción de fitomasa.

RESUMEN

En experimentos en macetas se investigó las deficiencias nutritivas que podrían estar limitando el crecimiento de los medicagos anuales, en el secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda de Chile. También, se evaluó el efecto del fósforo en el crecimiento y nodulación de *M. polymorpha* y *M. arabica*.

Se encontró que el P es el nutriente más limitante; el Ca y el K son deficientes en los sitios más intensamen-

te cultivados. En relación al P, los resultados indican que los medicagos anuales responden hasta altos niveles de este elemento en el suelo.

Finalmente, se discute el rol del nivel trófico del suelo en la productividad y abundancia relativa de los medicagos anuales, en las praderas naturales del secano interior subhúmedo.

LITERATURA CITADA

ACUÑA, HERNAN, AVENDAÑO, JULIA y OVALLE, CARLOS. 1983. Caracterización y variabilidad de la pradera natural de secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda. Agricultura Técnica (Chile) 43 (1): 27-38.

ACUÑA, HERNAN, AVENDAÑO, JULIA, OVALLE, CARLOS y SOTO, PATRICIO. 1982. Praderas de secano en las regiones del Maule y Biobío. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile) Quilamapu (Chillán), Boletín Técnico N° 54. 106 p.

ACUÑA, HERNAN, AVENDAÑO, JULIA y SOTO, PATRICIO. 1980. Productividad de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda de Chile. En: IV Conferencia Mundial de Producción Animal, Memorias Vol. II. Verde, L.S. y Fernández, A. (Ed.). Buenos Aires, Argentina.

AVENDAÑO, JULIA, ACUÑA, HERNAN y OVALLE, CARLOS. 1985. Fertilización (N-P-K) de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda. Agricultura Técnica (Chile) 45 (3): 217-226.

BOLLAND, M.D.A. 1985. Effects of phosphorus on seed yield of subterranean clover, serradella and annual medics. Australian Journal Agricultural Research 25: 595-602.

BREMNER, J.M. 1965a. Inorganic forms of nitrogen. En: Black C.A. (Ed.). Methods of soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. p.: 1179-1237.

BREMNER, J.M. 1965b. Nitrogen availability indexes. En: Black C.A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. p.: 1324-1345.

- CHAPMAN, H.D. y PRATT, P.A. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Editorial Trillas, México. 195 p.
- DAHMANE, A. B. C. and GRAHAM, R. D. 1981. Effect of phosphate supply and competition of *Medicago truncatula*. Australian Agricultural Research 31: 761—772.
- DEL CANTO, PEDRO, DEL POZO, ALEJANDRO y AVENDAÑO, JULIA. 1987. Sistema Hualputra—Trigo: Una alternativa de producción para el secano interior de la VII y VIII regiones. Investigación y Progreso Agrícola QUILAMAPU Nº 32.
- JACKSON M. L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Ediciones Omega, S.A. Barcelona 662 p.
- LESINS, K.A. and LESINS, I. 1979. Genus *Medicago* (Leguminosae): A taxogenetic study. Dr. W. Junk bv. Publisher. 228 p.
- OLIVARES, ALFREDO y GASTO, JUAN. 1971. Comunidades de terófitas en subseres postaraduras y en exclusión en la estepa de *Acacia caven* (Mol) Hook. et. Arn. Estación Experimental Rinconada, U. de Chile, Boletín Técnico 34: 1—24.
- OLSEN, S.R. and DEAN, L.A. 1966. Phosphorus. En: Black, C.A. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. p.: 1035—1049.
- OVALLE, CARLOS. 1986. Etude du système écologique sylvopastoral à *Acacia caven* (Mol) Hook. et. Arn. Applications à la gestion des ressources renouvelables dans l'aire climatique méditerranéenne humide et sub—humide du Chili. These Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 224 p.
- PINOCHET DE LA BARRA, F. 1983. Los suelos de la Región del Maule. Universidad de Talca, Instituto de Investigación del Medio Ambiente. Serie A. Desarrollo y Medio Ambiente. p.: 32—65.
- SCHENKEL, GOTARDO y BAHERLE, PEDRO. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. Agricultura Técnica (Chile) 31 (1): 9—24.
- THUN, R., HERRAMN, R., und KNICKMAN, E. 1955. Die Untersuchung von Boeden. Dritte Auflage. Berlin, Neumann Verlag. 271 p.