

RESPUESTA AL FOSFORO EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOTERA (*Lotus corniculatus* L.) EN LA PRECORDILLERA ANDINA¹

Response to phosphorus during the establishment of *Lotus corniculatus* L. in the Andean's foothills

Hernán Acuña P.²

SUMMARY

Using a 4 x 2 factorial in a randomized blocks design, the effect on the establishment of *Lotus corniculatus* of four P levels, 0; 32.7; 65.5; and 131 kg/ha (0, 75, 150, and 300 kg of P₂O₅/ha), applied at planting, with and without N (32 kg/ha) was studied. The planting was in lines, spaced 20 cm, on October 1981 and the seeding rate was 12 kg/ha of seed inoculated with the specific *Rhizobium*. A basic fertilization with potassium and sulphur was used.

Plant population was measured, two and five months after planting; and cuttings for dry matter (D.M.) determination were done until November 1983.

No significant differences ($P \geq 0.05$) were observed in population (approximately 70 plants/m² in March 1982). The first season (September 1982 to April 1983) D.M. increased significantly ($P \leq 0.01$) in a lineal fashion between 0 and 300 kg of P₂O₅/ha (0 and 131 kg of P/ha) and a detrimental effect of N was observed (2.6 to 8.3 ton D.M./ha, without N, and 1.6 to 5.1, with N). In the November 1983 cutting, the treatments without P improved their yields, in comparison with the same cutting the previous year, and the positive response to P was maintained only when N was not applied.

INTRODUCCION

La Lotera (*Lotus corniculatus* L.) es una especie que crece en los secanos de la Precordillera de Ñuble y Biobío, pese a que los suelos son ligeramente ácidos. McKee (1961) y otros autores citados por Langer (1972), indican que el mejor desarrollo, nodulación y producción de lotera se dan en suelos de pH entre 6,2 y 7,6. La planta es muy tolerante a la sequía, debido a su raíz pivotante, profunda y ramificada, lo cual le permite persistir bien en zonas donde la sequía de verano es prolongada. Las temperaturas invernales bajo 0° C, comunes en la zona (INIA, 1980), impiden establecer esta especie en otoño, pues las plántulas no resisten la helada. Del mismo modo, en plantas ya establecidas, el crecimiento se detiene en invierno.

En Chile, no hay antecedentes sobre respuesta a la fertilización fosfatada de esta especie en los suelos derivados de cenizas volcánicas, pero es conocida la deficiencia de P que ellos presentan (Espinoza y Riquelme, 1976).

En relación a fertilización con N, hay experiencias en las cuales esta especie ha sido usada en mezcla con gramíneas. Watson, Matcher y Peters (1968) indican que la aplicación de 28 kg de N/ha, al establecimiento de lotera en mezcla con pasto ovillo, no provocó cambios en la población, tamaño de plántulas y largo y peso de raíces. Sin embargo, Castro (1969), en Uruguay, observó que una mezcla de lotera con falaris mostró una rápida disminución de la leguminosa, al aumentar las dosis de N más allá de 50 kg/ha.

Mediciones de producción realizadas en la zona (INIA, 1980) indican que esta especie tiene grandes posibilidades, puesto que ha alcanzado rendimientos de 12 ton de m.s./ha en la segunda temporada de producción (1980/81). Sin embargo, hay serias dificultades para establecerla por razones de clima y fertilización.

¹ Recepción de originales: 22 de noviembre de 1984.

Trabajo presentado en la IX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal.

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

Los objetivos de este trabajo son cuantificar la respuesta a dosis crecientes de fósforo, con y sin nitrógeno, en el establecimiento de esta especie, medida a través de los rendimientos de la primera temporada de producción.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el predio "Cullinco", ubicado a 10 km al oeste de Santa Bárbara, en la provincia de Biobío. El suelo es un "trumaol", derivado de cenizas volcánicas (Andisol), de la serie Santa Bárbara. La profundidad es superior a 1 m y en su horizonte superficial (0-20 cm) tenía, al momento de la siembra, la fertilidad que se indica en el Cuadro 1.

La siembra se efectuó los primeros días de octubre de 1981, en líneas a 20 cm, con 12 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. Quimey. Las semillas fueron inoculadas con el *Rhizobium* específico, obtenido en la Universidad de Concepción (proporcionado por el Ing. Agr. Alfonso Herrera, Laboratorio de Bacteriología).

Los tratamientos se obtuvieron de la combinación factorial de cuatro niveles de anhídrido fosfórico, 0, 75, 150 y 300 kg/ha (0; 32,7; 65,5 y 131 kg de P/ha), con dos niveles de N (0; 32 kg/ha). Se utilizó superfosfato triple como fuente de P y salitre sódico como fuente de N. Se aplicó, además, una fertilización básica de 83 kg/ha de K, en la forma de sulfato de potasio, y 50 kg/ha de S, agregando la diferencia entre dicha dosis y lo aportado por el sulfato de potasio, en la forma de sulfato de sodio. Todos los fertilizantes se aplicaron en la siembra, en líneas bajo las semillas.

Se midió la población en diciembre, 45 días después de la siembra, y en marzo, después de las primeras lluvias de otoño. Se midió producción de m.s., mediante cortes con barra segadora y secado en horno a 70°C hasta peso constante. Las evaluaciones comenzaron en la primavera siguiente a la siembra, por cuanto sólo en esa época la lotera entra en producción en la zona.

Los resultados, expresados en producción de m.s./ha, corresponden a la cosecha de lotera pura, es decir, no

CUADRO 1. Fertilidad inicial del suelo en el lugar del ensayo

TABLE 1. Initial soil fertility at the experimental site

pH	6,25
N (ppm)	18,5
P (ppm)	12,2
K (meq/100 g)	0,79
M.O. (%/o)	13,35

incluyen las especies espontáneas, cuya participación no se consideró por ser muy baja.

Se realizó análisis de variancia y de regresión para establecer la respuesta de la lotera a la fertilización usada.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presenta la población de lotera a los 45 días después de la siembra (diciembre 1981) y en marzo (1982). En primer lugar, se puede observar que en diciembre alcanza valores de alrededor de 30 plantas/m², en tanto que en marzo, el promedio de todos los tratamientos es de 67 plantas/m².

Lo anterior se debería a la presencia de semillas duras, que sólo germinaron en otoño, al producirse condiciones favorables de humedad, con las primeras lluvias de la temporada, y de temperatura. Seaney y Henson (1970) indican que es común en siembras de primavera alcanzar una baja población, por la presencia de semillas duras, pero que muchas de éstas germinan en el año siguiente.

La necesidad de sembrar luego que haya terminado el período de heladas, hace que las plántulas se enfrenten a la sequía con su sistema radicular aún poco desarrollado. Ello determina una baja tasa de supervivencia en ese período, lo que contribuye a tener una población muy baja en diciembre, pese a la relativamente alta dosis de semilla usada (12 kg/ha, con 700/o germinación).

Al contrario de lo que ocurre en siembras de otoño, en el presente experimento, las plántulas producidas por las semillas germinadas a comienzos de marzo sobrevivieron al invierno. Ello se explica por el buen desarrollo que estas plantas alcanzaron en el otoño, por

CUADRO 2. Población de lotera en la primera temporada

TABLE 2. Birdsfoot trefoil population, during the first season

N	P ₂ O ₅	Nº de plantas/m ²	
		17.12.81	23.03.82
0	0	33 a	75 a
0	75	25 a	60 a
0	150	28 a	65 a
0	300	28 a	68 a
32	0	33 a	70 a
32	75	30 a	70 a
32	150	28 a	65 a
32	300	35 a	58 a

En cada columna, valores con una letra en común no difieren significativamente ($P \geq 0,05$, Duncan).

su temprana germinación, y por la buena compactación que presentó el suelo en el invierno, impidiendo el descalce. Al respecto hay que mencionar que en la zona, el daño de las heladas en las siembras de leguminosas forrajeras, y en especial lotera, se debe tanto al efecto directo de la baja temperatura sobre la plántula, como al desarraigamiento de éstas, debido al fenómeno de descalce.

Así, la población alcanzada en otoño puede considerarse baja, al tener en cuenta la afirmación de Langer (1972), que califica de satisfactoria una población de 1 planta por cada 75 cm², es decir, alrededor de 133 plantas/m². Los datos del Cuadro 2 muestran, además, que la población alcanzada no varió por efecto de los tratamientos, ni en diciembre ni en marzo. Ello indicaría que, para obtener una población adecuada, la fertilización sería secundaria frente a aspectos tales como época de siembra, dosis de semilla, preparación de suelo y profundidad de siembra, cuando no hay presencia importante de malezas.

Al momento del último corte (noviembre 1983) la pradera mantuvo la misma población medida en marzo de 1982.

En el Cuadro 3 se presenta los rendimientos de m.s. obtenidos en los cuatro primeros cortes realizados y se puede observar grandes diferencias debidas a los tratamientos. Ellas responden al diferente vigor y desarrollo alcanzado por las plantas con los distintos niveles de fertilizantes. Los rendimientos se incrementan al aumentar las dosis de P y estos incrementos son mayores cuando no se aplica N. Esta situación es muy clara en los tres primeros cortes (primera temporada de producción), pero en el último corte (2 años después de la siembra), se puede ver que los testigos sin P mejoran su producción con respecto al año anterior, y la respuesta a este elemento es menos importante.

El análisis de regresión permitió obtener curvas de respuesta al P, con y sin N. En la Figura 1 se presenta las curvas para la sumatoria de los tres primeros cortes, por tener éstos la misma tendencia general y corresponder al primer ciclo de producción. La respuesta lineal, en ambos casos, indicaría que no se alcanzó el techo de producción de la pradera, por falta de P. La diferencia tan marcada entre las producciones sin N y con N (1 ton/ha, cuando no se aplicó fósforo, y más de 3 ton/ha, con la dosis alta de este elemento), correspondería a la influencia negativa del N sobre la nodulación y posterior capacidad de la planta de fijar este elemento. En el experimento no se consideró mediciones de la nodulación y actividad de los nódulos, pero la literatura es abundante en referencias sobre el efecto negativo del N en este aspecto (Azócar, 1968). Llama la atención que esto se produzca en un nivel bajo de N, como son 32 kg/ha.

En la Figura 2 se compara la respuesta al P en el corte de noviembre del primer año de producción, con la del corte de igual fecha del segundo año. Mientras en el año 1982 la respuesta muestra la misma tendencia general que el total de los tres cortes de la temporada (Figura 1), en el año 1983, la respuesta al P fue baja cuando no se aplicó N y nula cuando se aplicó este elemento. Es más, se puede observar una tendencia a la caída de la producción al aumentar las dosis de P, en el caso en que se aplicó N a la siembra. Por otro lado, al comparar la producción con 300 kg/ha P₂O₅, cuando se aplicó N, se puede ver que es igual en los dos años, de modo que la falta de respuesta se debería a un aumento de la producción del testigo sin P y de los tratamientos con las dosis bajas de este elemento. Del mismo modo, cuando no se aplicó N, el tratamiento sin P también produjo más en el segundo año, lo cual, sumado a la disminución de la producción del tratamiento con 300 kg/ha de P₂O₅, determinaron la baja respuesta al P, en este caso.

CUADRO 3. Rendimientos (ton m.s./ha) de lotera en los primeros cuatro cortes

TABLE 3. Birdsfoot trefoil yield (Ton D.M./ha) in the first four cuttings

Tratamientos kg/ha		1er. corte	2do. corte	3er. corte	1era. temporada	4to. corte
N	P ₂ O ₅	22.11.82	21.01.83	05.05.83		24.11.83
0	0	1,024	1,4317	0,1037	2,5594	2,4863
0	75	1,5015	1,1280	0,1350	2,7645	2,3197
0	150	2,2562	3,7985	0,2750	6,3297	2,2173
0	300	5,1662	2,7872	0,3355	8,2889	3,9107
32	0	1,0305	0,4075	0,1117	1,5497	3,3513
32	75	0,7962	0,3120	0,1247	1,2329	1,7157
32	150	1,7947	2,1682	0,1887	4,1516	2,7350
32	300	2,0702	2,8352	0,1047	5,0101	2,0517

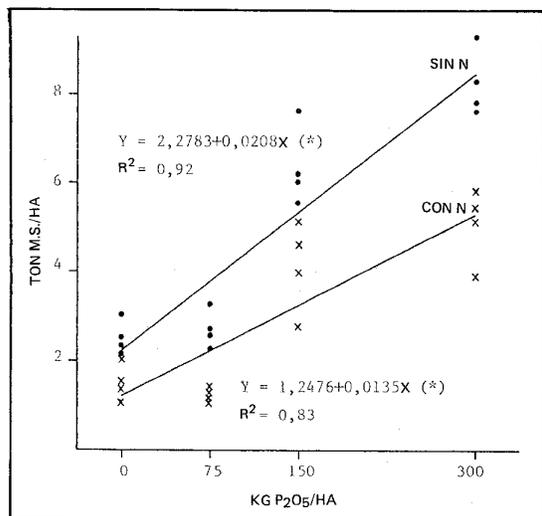


FIGURA 1. Rendimientos de lotera en la primera temporada. * Regresión significativa: $P \leq 0,01$, Prueba de F; N: 32 kg/ha.
 FIGURE 1. Birdsfoot trefoil yield the first season. * Significant regression: $P \leq 0,01$, F test; N: 32 kg/ha.

El diferente comportamiento de la pradera al segundo año, se debería a que las plantas han alcanzado su pleno desarrollo radicular y exploran así un gran volumen de suelo. Ello les permitiría independizarse para su abastecimiento de P del sector de suelo donde se localizó este elemento a la siembra. Esta respuesta no estaría afectada por deficiencias de K y S, puesto que el suelo tenía altos niveles del primero de estos elementos (Cuadro 1) y la extracción de ambos, en el primer año, no fue alta, a juzgar por la producción de forraje obtenida. Las reservas de azufre de estos suelos deberían agotarse sólo después de algunos años de producción intensiva (Schenkel y otros, 1980).

En conclusión, puede afirmarse que la fertilización fosfatada de la lotera al establecimiento en los suelos de la precordillera tuvo un gran efecto positivo en la primera temporada de producción, pero que a partir del segundo año, mejoró la producción de los testigos sin P y la respuesta a la fertilización de la siembra fue muy baja. El N tuvo un efecto negativo en la producción en el primer año. La población no se vio afectada por los diferentes niveles de P y N.

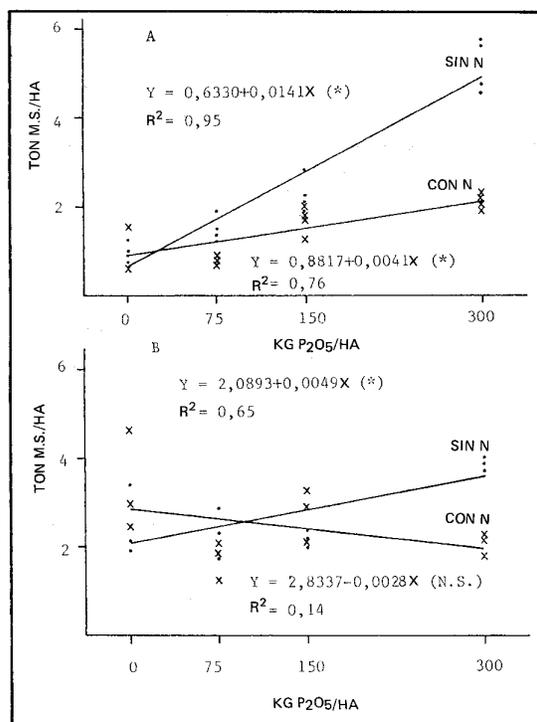


FIGURA 2. Respuesta de la lotera en noviembre de la primera (A) y segunda (B) temporadas. * Regresión significativa: $P \leq 0,01$, Prueba de F; N: 32 kg/ha.
 FIGURE 2. Birdsfoot trefoil response in November of the first (A) and the second (B) seasons. * Significant regression: $P \leq 0,01$, F test; N: 32 kg/ha.

RESUMEN

En un arreglo factorial en bloques completamente al azar, se estudió el efecto en el establecimiento de lotera, de cuatro niveles de P, 0; 32,7; 65,5 y 131 kg/ha (0, 75, 150 y 300 kg P₂O₅/ha), aplicados a la siembra como superfosfato triple, con y sin nitrógeno (32 kg/ha, como salitre sódico). La siembra se hizo en líneas a 20 cm, en octubre de 1981, con 12 kg/ha de semilla inoculada con *Rhizobium* específico y una fertilización básica de sulfato de potasio y sulfato de Na (83 kg/ha de K, 50 kg/ha de S). Se midió la población a los 2 y 5 meses después de la siembra y se determinó la producción de materia seca (m.s.), mediante cortes a 5 cm de altura al inicio de floración, hasta noviembre de 1983.

No hubo diferencias significativas ($P \geq 0,05$) en la población y ésta fue de alrededor de 70 plantas/m², en marzo de 1982. En la primera temporada de producción (septiembre 1982 a abril 1983), los rendimientos se incrementaron significativamente ($P \leq 0,01$) en forma lineal, entre 0 y 300 kg de P₂O₅/ha, y se observó un efecto detrimental del N (2,6 a 8,3 ton m.s./ha sin N y 1,6 a 5,1 con N). En el corte de noviembre de 1983, mejoraron los rendimientos de los tratamientos sin P, con respecto al corte de la misma fecha del año anterior, y la respuesta positiva a este elemento, observada en el primer año, se mantuvo sólo cuando no se aplicó N.

LITERATURA CITADA

- AZOCAR C., P. 1968. Management factors affecting establishment of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) M.Sc. Thesis, Oregon State University. p.: 23–25.
- CASTRO, E. 1969. Evaluación del aporte de nitrógeno de cuatro leguminosas a la gramínea asociada en una pastura. En: Producción y conservación de forraje. La Estanzuela. Miscelánea N° 7, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Colonia, Uruguay.
- ESPINOZA G., W. y RIQUELME F., E. 1976. Caracterización química de dos Andepts (trumaos) de la provincia de Ñuble: Arrayán y Santa Bárbara. Agricultura Técnica (Chile) 36: 49–58.
- INIA—Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1980. Proyecto de desarrollo tecnológico para la precordillera de Biobío, Tercera etapa. INIA—Estación Experimental Quilmapu e Intendencia Regional del Biobío. p.: 123–125.
- LANGER, R.H.M. 1972. Las pasturas y sus plantas. Traducción de "Pastures and Pasture plants". Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. p.: 97–148.
- McKEE, G.W. 1961. Some effects of liming, fertilization, and soil moisture on seedling growth and nodulation in birdsfoot trefoil. Agron. J. 53 (4): 237–240.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H. y GAJARDO M., M. 1980. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XX, Macronutrientes, provincia de Biobío. Agricultura Técnica (Chile) 40: 111–129.
- SEANEY, R.R. and HENSON, P.R. 1970. Birdsfoot trefoil. Advances in Agronomy 22: 119–157.
- WATSON, H.; MATCHER, A.G.; and PETERS, E.J. 1968. Influence of method of planting and nitrogen fertilizer on the establishment of birdsfoot trefoil. Agron. J. 60 (6): 709–710.