

**RESPUESTA AL CARBONATO DE CALCIO Y LA FERTILIZACION
FOSFATADA, DE LA MEZCLA DE BALLICA PERENNE Y
TREBOL BLANCO, EN UN ANDISOL. EFECTO EN PRODUCCION Y
EVOLUCION BOTANICA¹**

**Response to calcium carbonate and to phosphate fertilization, of the mixture
perennial ryegrass—white clover, on an Andisol. Production
and botanical evolution**

Ricardo Campillo R.²

S U M M A R Y

The effect of four levels of phosphorus (0, 33, 66 and 98 kg/ha), and four levels of calcium (0, 0.4, 0.8, and 1.6 ton/ha) on a perennial ryegrass and white clover mixture, was studied at the Carillanca Experimental Station (INIA, Temuco), during two years. The trial was sown in September, 1985, in a complete randomized blocks design, with four replications. Each plot consisted of 5 rows, 6 m long, 20 cm apart. Perennial ryegrass cv. Nui was sown with 18 kg of seed/ha and white clover cv. Huia, at 3 kg seed/ha, previously inoculated with the specific *Rhizobium* and pelletized. Plant population, nodules/clover plant, dry matter production, composition of the pasture through time, soil pH, and residual phosphorus at the end of each growing season, were measured.

No significant differences ($P \geq 0.05$) were found in plant population and nodules/plant. In both seasons, dry matter production increased significantly ($P \leq 0.01$) as a result of phosphorus applications. However, calcium carbonate and seed pelleting showed no effects. Phosphorus applications influenced positively clover population and residual phosphorus, at the end of each growing season.

INTRODUCCION

La Novena Región posee una superficie de alrededor de 840.000 ha ocupadas por praderas, fundamentalmente naturales (90%), que constituyen la base de la alimentación de su ganadería (INE, 1986). Los suelos son derivados de cenizas volcánicas (Andisoles y Ultisoles) y presentan características físico-químicas y biológicas muy especiales, algunas de las cuales tienen gran efecto sobre el mecanismo de fijación simbiótica de N₂ por las leguminosas. Destacan la gran capacidad de retención de P, el grado de acidez que presentan en forma natural, el bajo contenido de Ca,

la baja disponibilidad de S, K y, en algunas situaciones, de Mo, Zn y B (Urzúa, 1983). También, es posible encontrar niveles relativamente elevados de Mn y Al, principalmente asociados a los pH más ácidos (Campillo y Rodríguez, 1984).

Se ha establecido claramente que el proceso de nodulación es sensible a la acidez del suelo y las leguminosas fracasan en nodular, aun en presencia de gran número de bacterias específicas, si el suelo es demasiado ácido. También se sabe que el pH del suelo es un útil predictor de la respuesta al encalado, que puede explicar hasta un 60% de la variación de dicha respuesta (Edmeades y otros, 1984).

¹ Recepción de originales: 27 de octubre de 1987.

Trabajo presentado en el XXXVIII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile, Linares, 1987.

² Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58—D, Temuco, Chile.

El encalado de suelos ácidos permite atenuar la toxicidad de elementos, como Al y Mn. Los contenidos de estos elementos en el follaje y raíces de trébol blanco, disminuyen con los incrementos de las aplicaciones de cal, lo cual, sumado a las aplicaciones de

fosfatos, produce sustanciales incrementos en el rendimiento de trébol blanco y, también, en su nodulación, mediante el granulado ("pelletización") de la semilla (Acuña, Herrera y Gajardo, 1987; Haynes y Ludecke, 1981; Lowther, 1980). Por otra parte, se ha informado que el granulado con cal de la semilla de alfalfa produce rendimientos similares a aquellos obtenidos con la aplicación de dosis de cal incorporada varios meses antes de la siembra (Murphy, Romero y Barber, 1983). A su vez, Bernier (1984) señala que en suelos trumaos de la Décima Región, con la aplicación de dos toneladas/ha de carbonato de calcio, se logra en uno o dos meses, valores de pH suficientes para la mayoría de los cultivos sensibles.

Por otro lado, está ampliamente establecida la importancia que tiene el P para el trébol blanco, en términos de productividad y persistencia dentro de la pradera (Haynes, 1980; Jackman y Mouat, 1972).

Los objetivos del presente experimento fueron determinar los efectos del carbonato de calcio y la fertilización fosfatada en el establecimiento y persistencia de la mezcla de ballica perenne y trébol blanco, medidos a través de las producciones y la evolución botánica de la pradera, en dos temporadas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Carillanca (INIA), ubicada a 20 km al noreste de Temuco, (38° 41' lat. S; 72° 25' long. W y a 200 msnm). El suelo corresponde a un Andisol de la serie Vilcún (Typic Dystrandept), cuya caracterización inicial se indica en el Cuadro 1.

La siembra se realizó los primeros días de septiembre de 1985, en líneas a 20 cm, con una dosis de semilla de 18 kg/ha de ballica perenne Nui y 3 kg/ha de trébol blanco Huia. La semilla de trébol se inoculó con la bacteria específica y se granuló con carbonato de calcio.

Los tratamientos se obtuvieron de la combinación factorial de cuatro niveles de P (0, 33, 66 y 98 kg de P/ha) con cuatro niveles de Ca (0; 0,4; 0,8 y 1,6 ton/ha), incorporados al suelo un mes antes de la siembra. Se consideró también un testigo adicional, inoculado pero sin granular. Se utilizó superfosfato triple como fuente de P y carbonato de calcio como enmienda, y se aplicó, además, una fertilización básica de 83 kg de K/ha, en la forma de sulfato de potasio. Los fertilizantes se aplicaron en la siembra, tanto en líneas bajo las semillas (superfosfato triple) como al voleo (sulfato de potasio). Las parcelas experimentales fueron de 2m x 6m y el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

Se midió la población de plantas y se hizo recuento de nódulos por planta de trébol. Se cuantificó la producción de m.s., mediante cortes con barra segadora y posterior secado en horno con ventilación forzada a 70° C, hasta peso constante. Se hizo análisis de composición botánica por corte, mediante separación manual.

Se midió el pH, previo a la siembra y al cabo de cada temporada. También, se determinó el nivel de P (NaHCO₃) residual, al cabo de ambas temporadas y se cuantificó los tenores de Al (KCl) intercambiable, a la siembra del experimento.

CUADRO 1. Caracterización física y química del suelo, previo al encalado. Primera temporada, 1985/86

TABLE 1. Physical and chemical characteristic of the soil, previous to lime application. First growing season, 1985/86

Análisis Físico (0 – 0,2 m)		Análisis Químico (0 – 0,1 m)	
Arena (o/o)	25,1	N inorgánico (ppm)	15,4
Limo (o/o)	47,4	P Olsen (ppm)	8,9
Arcilla (o/o)	27,5	K intercambiable (meq/100 g)	0,3
Retención humedad:		Al (KCl) int. (meq/100 g)	0,1
1/3 atm (o/o BPS)	80,7	pH agua (1:2,5)	6,3
15 atm (o/o BPS)	49,0	pH KCl (1:2,5)	5,3
Dens. Ap. (g/cc)	0,8	m.o. (o/o)	15,5

Finalmente, se realizó análisis de variancia, análisis factorial y de regresión, para establecer relaciones entre las dosis de los factores estudiados y las producciones de m.s. y niveles de P residual del suelo.

En agosto de 1986, se reaplicaron las mismas dosis de P/ha utilizadas en el establecimiento del ensayo. También, se hizo una fertilización de mantención al voleo, de 83 kg de K/ha, como sulfato de potasio y aplicaciones estratégicas de N (20 kg/ha) en agosto, septiembre y marzo, como salitre sódico.

Se controló la cuncunilla negra (*Dalaca pallens* (Bl.)), con aplicaciones de Gusatox (1 lt/ha), en otoño de cada temporada. También se aplicó una mezcla de Benlate C + Manzate 200, en primavera y otoño, para el control de *Drehslera sicanns* y *Puccinia graminis*. Para controlar malezas, se aplicó MCPA (1,5 lt/ha) en el otoño de 1986. Durante ambas temporadas, se regó el ensayo a través de una línea de aspersión, tomando como referencia la evaporación de una bandeja Clase A.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de los resultados, se consideró la primera temporada como el período de establecimiento de la mezcla y la segunda, como parte de la etapa de persistencia de la pradera.

La acidez natural del suelo Vilcún, en ambos períodos de muestreo (Cuadro 2), descarta efectos nocivos del pH sobre el adecuado establecimiento del trébol y el mecanismo de fijación simbiótica de N₂. También, los contenidos de Al intercambiable del suelo siempre presentaron niveles inferiores a 0,1 meq/100 g, tal como se muestra en la caracterización del suelo (Cuadro 1). Lo anterior explica, en gran medida, que no se detectaran efectos significativos (P ≥ 0,05) por influencia del encalado y P aplicado, sobre la densidad de plantas y el número de nódulos por planta de trébol. El carbonato de calcio (cal) indujo un incremento de pH en ambos períodos, aunque en rangos diferentes de la escala, lo cual confirma una fluctuación estacional del pH a través del año, alcanzando valores más altos durante el período invernal, respecto del verano y otoño.

Producciones de materia seca

En la Figura 1, se presenta las producciones acumuladas de m.s. y en el Cuadro 3, las eficiencias de respuestas a P, de ambas temporadas. Las producciones de la temporada 85/86, consideran sólo seis cortes, abarcando desde noviembre de 1985 a abril de 1986. En cambio, la segunda temporada (86/87) abarca desde septiembre de 1986 a abril de 1987, acumulando siete cortes de m.s. La producción de m.s. alcanzada

CUADRO 2. Evolución del pH al agua (1:2,5) del suelo Vilcún (0-0,1 m), bajo pradera mixta

TABLE 2. Evolution of pH (1:2,5 soil: water suspension) in a Vilcún loam soil (0-0,1 m), under a mixed pasture

P kg/ha	CaCO3 ton/ha	Agosto 1985	Mayo 1986	Agosto 1987
0	0 s/p ¹	6,3	5,8	6,3
	0 c/p ²	6,2	5,7	6,2
	1 c/p	6,4	6,0	6,4
0	2 c/p	6,5	6,1	6,5
	4 c/p	6,7	6,1	6,7
	0 c/p	6,3	5,8	6,3
33	1 c/p	6,3	5,9	6,3
	2 c/p	6,5	5,9	6,4
	4 c/p	6,6	6,2	6,6
66	0 c/p	6,2	5,9	6,3
	1 c/p	6,2	6,0	6,4
	2 c/p	6,4	5,9	6,4
98	4 c/p	6,5	6,1	6,5
	0 c/p	6,2	5,8	6,3
	1 c/p	6,3	5,9	6,3
98	2 c/p	6,4	6,0	6,4
	4 c/p	6,5	6,1	6,6

¹ Sin Pellet
² Con Pellets

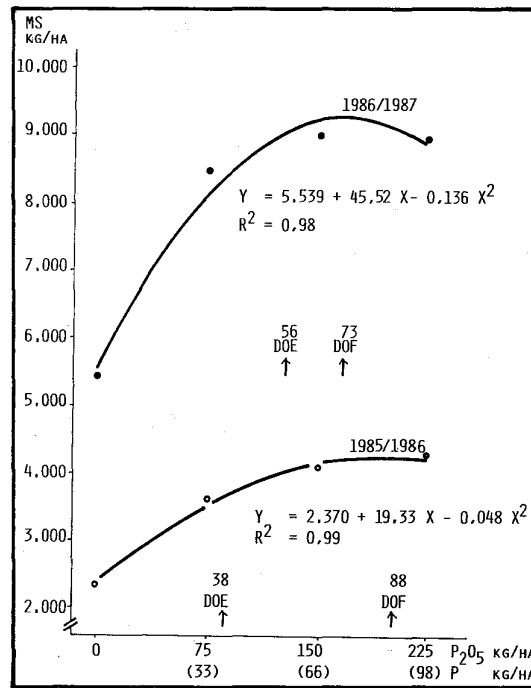


FIGURA 1. Relación entre la producción acumulada (kg m.s./ha) y la dosis de P aplicada (kg/ha). DOE: dosis óptima económica; DOF: dosis óptima física.

FIGURE 1. Relationship between dry matter accumulation (kg D.M./ha) and rate of P application (kg/ha). DOE: economical optimum dose; DOF: physical optimum dose.

18 Picas UN/8/14

CUADRO 3. Eficiencia promedio de respuesta a P (kg m.s./kg P) de la pradera de trébol blanco x ballica perenne. Carillanca (INIA, Temuco)

TABLE 3. Phosphorus response efficiency (kg D.M./kg P) of the mixture white clover x perennial ryegrass. Carillanca (INIA, Temuco)

P kg/ha	Eficiencia	
	1a. Temporada	2a. Temporada
0	—	—
33	39,2	92,7
66	27,0	54,4
98	20,0	36,0

en la primera temporada, puede considerarse baja respecto de aquella obtenida en la segunda temporada. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en la última temporada el período de producción de la praderas del segundo año se incrementa notoriamente y que dichas producciones capitalizan, también, el efecto residual del P aplicado en la siembra. En ambas temporadas se aprecia una creciente y significativa ($P \leq 0,01$) respuesta al P (Cuadro 4); en cambio, no se expresa efecto alguno del carbonato de calcio, de interacción P y encalado, así como del granulado de la semilla.

Esto último no es de extrañar, dadas las condiciones naturales de acidez que presenta el suelo Vilcún (Cuadro 1). Al respecto, Acuña y otros (1987) informan que el encalado del suelo resultó beneficioso, sólo cuando la leguminosa se sembró en un suelo de bajo pH (4,9). Edmeades y otros (1984) concluyen que el pH óptimo (el pH sobre el cual no se producen respuestas de la pradera al encalado) es de 5,8 a 6,1, para suelos minerales.

Respecto a las eficiencias de la respuesta a P (Cuadro 3), hay una clara y sistemática disminución, según se incrementa el P aplicado en ambas temporadas, expresándose las mayores en torno a 33 kg P/ha. Las eficiencias de la segunda temporada más que duplican aquéllas de la primera; sin embargo, este incremento está fuertemente influenciado por el efecto residual del P aplicado en la siembra, que se suma al efecto propio de la nueva dosis aplicada al comienzo de la segunda temporada (agosto, 1986).

En la Figura 1 se presenta la relación de las producciones acumuladas de m.s. con las dosis de P y el ajuste polinomial de los datos, mediante la técnica de regresión para las dos temporadas. En ambos casos, se obtuvieron ajustes significativos mediante una función cuadrática (Cuadro 4).

Al derivar las funciones de respuesta, se obtuvieron las respectivas ecuaciones de producto marginal, que permitieron estimar las dosis óptimas físicas (DOF) de P que generan el rendimiento máximo. Igualando las ecuaciones de producto marginal a la relación de precios insumo/producto, se estimó la dosis óptima económica (DOE), según el criterio de capital ilimitado (Volke, 1982).

Se estimó en \$109 el costo de la unidad de P₂O₅ (superfosfato triple) y \$10 el kg de la m.s. (julio, 1987). De esta manera, se estimaron como DOE para la primera y segunda temporadas, 38 y 56 kg de P/ha, respectivamente (Figura 1).

Evolución botánica de la pradera

En el Cuadro 5 y Figura 2 se presenta la composición botánica de la pradera, en la primera temporada. Se observa que el trébol blanco fluctúa entre el 9 y 25% del total (base m.s.), como promedio anual. El incremento de la dosis de P se traduce en aumentos prácticamente lineales de la población de trébol, mientras

CUADRO 4. Pruebas de F para producciones acumuladas (kg m.s./ha) de la pradera mixta

TABLE 4. F test for dry matter accumulation (kg D.M./ha) of the mixed pasture

Factores	Temporada 85/86		Temporada 86/87	
	F	Significación	F	Significación
Dosis P ₂ O ₅	15,93	**	23,70	**
Efecto Lineal	41,56	**	50,44	**
Efecto Cuadrático	5,95	*	19,15	**
Dosis CaCO ₃	2,16	N.S.	2,48	N.S.
P ₂ O ₅ x CaCO ₃	0,82	N.S.	0,51	N.S.
T1 vs T2	0,12	N.S.	0,03	N.S.

* ($P \leq 0,05$)

** ($P \leq 0,01$)

CUADRO 5. Composición botánica (°/o) en promedio anual de la pradera mixta. Temporadas 1985/86 y 1986/87

TABLE 5. Annual average botanical composition (°/o) of the mixed pasture. Growing seasons 1985/86 and 1986/87

P kg/ha	T. blanco	B. perenne	Otras
Primera Temporada			
0	9	46	45
33	14	69	17
66	20	67	13
98	25	63	12
Segunda Temporada			
0	38	37	24
33	44	41	15
66	43	44	13
98	43	45	12

que la ballica lo hace sólo con la dosis menor de P. Esta situación era predecible, dado que las leguminosas tienen un requerimiento de P mayor que las gramíneas (Jackman y Mouat, 1972). La presencia de otras especies adquiere importancia sólo en ausencia de P y, fundamentalmente, a expensas de la población de trébol. Es importante destacar que la aplicación de carbonato de calcio no ejerce influencia alguna en la composición botánica de la pradera.

En la Figura 2 es posible apreciar la evolución botánica de la pradera desde diciembre de 1985 hasta abril de 1986. El aporte de trébol blanco se torna importante a partir de febrero, alcanzando su máxima expresión en marzo. También, en este período se hace más evidente la influencia del P aplicado, en razón de que este incremento del trébol coincide con la declinación de la población de la ballica. Es preciso recordar que, normalmente durante el período estival, la

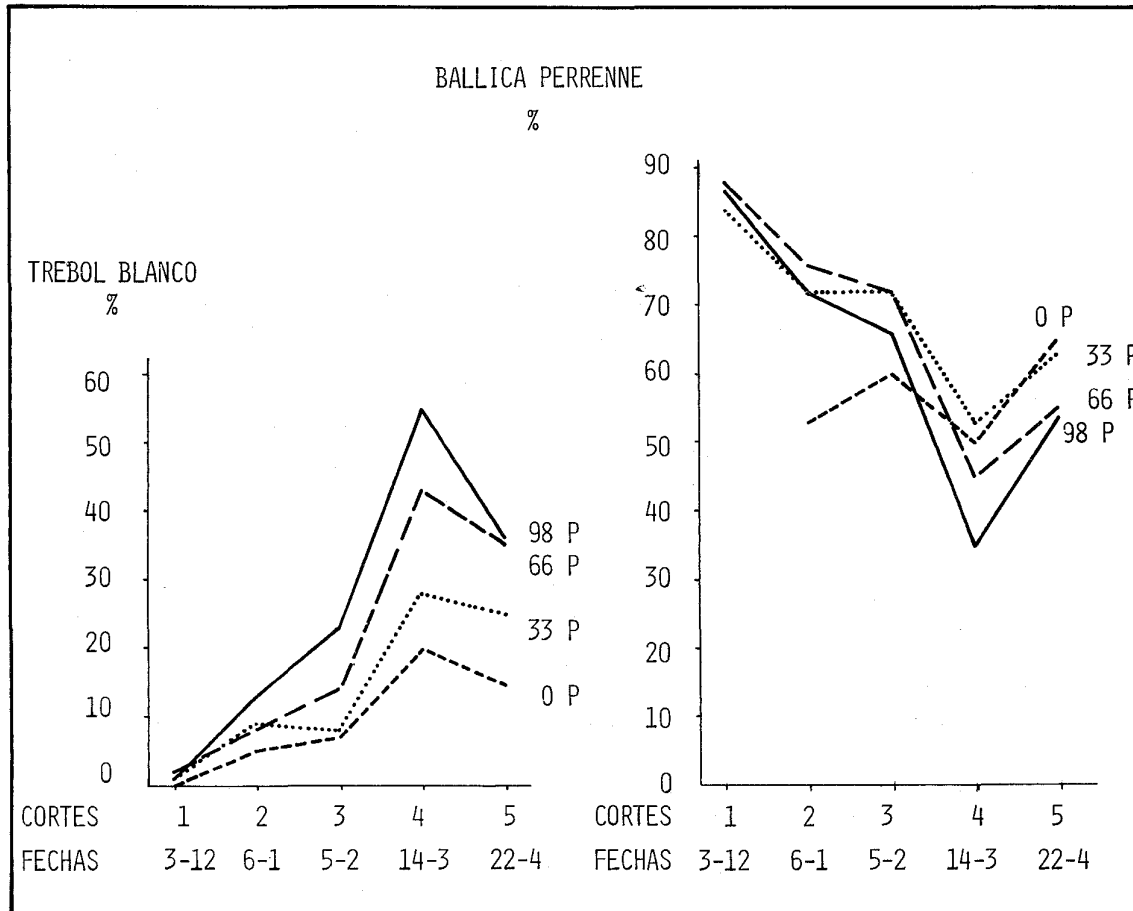


FIGURA 2. Efecto del P aplicado (kg/ha) sobre la evolución botánica de la pradera mixta. Primera temporada, 1985/86.
 FIGURE 2. Effect of phosphorus application on the botanical evolution of the mixed pasture. First growing season, 1985/86.

38 Picas

UN/8/M

población de trébol blanco se incrementa fuertemente, predominando incluso sobre las ballicas, puesto que en esta época prevalecen condiciones más propicias para el crecimiento de las leguminosas (Haynes, 1980).

Durante la segunda temporada (Cuadro 5), la fluctuación de la población de trébol blanco es muy inferior a aquella de la temporada anterior, pero ocurre en un rango superior de la escala (38 a 44‰), considerando el promedio anual, lo que indica el excelente establecimiento logrado por esta leguminosa. Este rango de fluctuación es superior al 30‰, citado como cifra mínima para que el N fijado por el trébol sea un aporte significativo para la pradera (Curll, 1982; Stewart, 1984). Destaca también el hecho que, con 33 kg de P/ha, ya se alcanzan las mayores poblaciones de trébol y se confirma nuevamente el nulo efecto del encalado sobre la composición botánica de la pradera.

Respecto a las contribuciones específicas por especie (Cuadro 6), se aprecia que las diferencias de producción de m.s. de trébol blanco, con dosis superiores a 33 kg de P/ha son mínimas; en cambio, la ausencia de aplicación de P se traduce en fuertes caídas de rendimiento de la leguminosa. Similar situación se visualiza con la producción de m.s. de trébol a través de los cortes realizados en la temporada (Figura 3), donde a partir del tercer corte (noviembre de 1986) se produce una brecha notoria entre las producciones de m.s. con y sin aplicación de P.

Efecto residual del P

Los contenidos residuales de P, al cabo de ambas temporadas (Cuadro 7), indican efectos significativos ($P \leq 0,01$). Se reafirma también que el encalado no influencia dichos niveles de P, no detectándose tampoco interacción entre el P y el encalado y efecto del granulado de la semilla de trébol con cal. Al relacionar, mediante la técnica de regresión, el P residual del

CUADRO 6. Producción acumulada (kg m.s./ha) total y contribución por especie botánica de la pradera mixta. Segunda temporada, 1986/87

TABLE 6. Total dry matter accumulation (kg D.M./ha) and contribution by botanical species of the mixed pasture. Second growing season, 1986/87

P kg/ha	Producción de materia seca			
	Total	T. blanco	B. perenne	Otras
0	5.442	2.103	2.027	1.312
33	8.478	3.714	3.497	1.267
66	9.008	3.893	3.920	1.195
98	8.976	3.806	4.032	1.138

suelo y la dosis de P aplicada, se encontró una relación lineal ($P \leq 0,01$) y cuadrática ($P \leq 0,05$), al cabo de la primera y segunda temporadas, respectivamente (Figura 4). Este efecto acumulativo del P aplicado alcanzó, al término de la segunda temporada, a 19,4 ppm de P, con la aplicación de 98 kg de P/ha, mientras que en el suelo sin aplicación de P, sólo llega a 10,9 ppm.

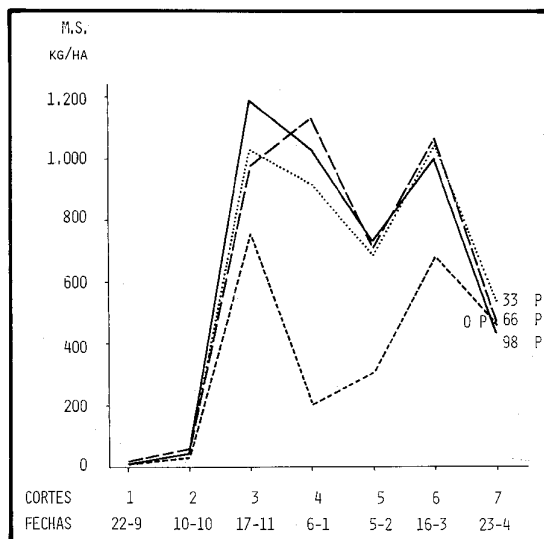


FIGURA 3. Efecto del P aplicado (kg/ha) sobre las producciones de trébol blanco (kg m.s./ha). Segunda temporada, 1986/87.

FIGURE 3. Effect of phosphorus application on white clover production (kg D.M./ha). Second growing season, 1986/87.

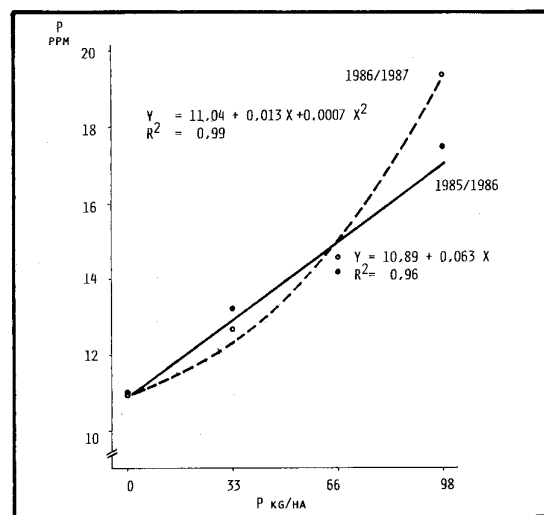


FIGURA 4. Relación entre el P residual (ppm) y la dosis de P aplicada (kg/ha).

FIGURE 4. Relation between residual phosphorus (ppm) and rate of P application (kg/ha).

CUADRO 7. Pruebas de F para contenidos residuales de P (ppm) del suelo bajo pradera mixta

TABLE 7. F test for residual contents of P (ppm) in the soil, under a mixed pasture

Factores	Temporada 85/86		Temporada 86/87	
	F	Significación	F	Significación
Dosis P ₂ O ₅	23,99	**	31,66	**
Efecto Lineal	69,05	**	90,79	**
Efecto Cuadrático	0,84	N.S.	5,44	*
Dosis CaCO ₃	1,23	N.S.	0,33	N.S.
P ₂ O ₅ x CaCO ₃	0,45	N.S.	0,25	N.S.
Trat. 1 vs Trat. 2	0,29	N.S.	0,30	N.S.

* (P ≤ 0,05)

** (P ≤ 0,01)

RESUMEN

En la Estación Experimental Carillanca (INIA, Temuco), en un arreglo factorial en bloques al azar, con cuatro repeticiones, se estudió el efecto en la mezcla ballica perenne – trébol blanco, de cuatro niveles de P (0, 33, 66 y 98 kg de P/ha) y cuatro niveles de calcio (0; 0,4; 0,8 y 1,6 ton/ha). La siembra se hizo en líneas a 20 cm, en septiembre de 1985, con 18 kg/ha de ballica perenne Nui y 3 kg/ha de trébol blanco Huia, inoculado con la bacteria específica y granulada ("pelletizado"). Se midió la densidad de plantas y número de nódulos/planta de trébol, acidez del suelo y P residual, al cabo de ambas temporadas, y se cuantificó la producción por corte y acumulada.

No hubo efecto significativo ($P \geq 0,05$) de los factores estudiados sobre la población de plantas y número de nódulos/planta de trébol. En ambas temporadas, el P aplicado incrementó significativamente ($P \leq 0,01$) los rendimientos de m.s. En cambio, el encalado y la granulación de la semilla, no ejercieron efecto alguno. La aplicación de P produjo un notorio incremento sobre la población de tréboles y efectos significativos ($P \leq 0,01$) en los tenores de P residual, al cabo de ambas temporadas.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA P., HERNAN, HERRERA O., ALFONSO y GAJARDO R., PEDRO. 1987. Efecto de la inoculación y pelletización de semilla en el establecimiento y nodulación de tréboles. *Agricultura Técnica (Chile)* 47 (1): 51–56.
- BERNIER V., RENE. 1984. Efecto de la aplicación de cal en el suelo. *Boletín Técnico* N° 79 (79 Re), INIA–Remehue, Osorno, Chile. 15 p.
- CAMPILLO R., RICARDO y RODRIGUEZ S., JOSE. 1984. Efecto acidificante de las transformaciones de la urea en dos Andisoles de la Región de los Lagos. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (2): 131–138.
- CURLL, M.L. 1982. The grass and clover content of pastures grazed by sheep. *Herbage Abstract* 52 (9): 403–411.
- EDMEADES, D.C., PRINGLE, R.M., SHANNON, P.W., and MANSELL, G.P. 1984. Effects of lime on pasture production on soils in the North Island of New Zealand. 4. Predicting lime responses. *N.Z.J. Agricultural Research* 27 (3): 371–382.
- HAYNES, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass–legumes association. *Advance in Agronomy* 37: 227–261.
- HAYNES, R.J. and LUDECKE, T.E. 1981. Field, root morphology and chemical composition of two pasture legumes as affected by lime and phosphorus applications to an acid soil. *Plant Soil* 62: 241–254.
- INE–Instituto Nacional de Estadísticas (Chile). 1986. *Estadísticas Agropecuarias. Año Agrícola 1985/86*. 43 p.

- JACKMAN, R.H. and MOUAT, M.C. 1972. Competition between grass and clover for phosphate. II. Effect of root activity, efficiency of response to phosphate, and soil moisture. N.Z.J. Agricultural Research 15 (4): 667–675.
- LOWTHER, W.L. 1980. Establishment and growth of clovers and lotus on acid soil. N.Z.J. Experimental Agriculture. 8: 131–138.
- MURPHY, W.M., ROMERO, Y.O. and BARBER, L.E. 1983. Alfalfa yield on an Andosol in southern Chile: Effects of timing and rate of liming and lime-pelleting of seed. Turrialba (Costa Rica) 33 (4): 393–397.
- STEWART, T.A. 1984. Utilising white clover in grass based animal production systems. Occas. Symp. Br. Grassl. Assoc. 16: 93–103.
- URZUA, S.M. 1983. Fijación simbiótica de nitrógeno en praderas de la zona sur de Chile. Trabajo presentado a la reunión sobre fijación biológica de N. ODEPA—PNUD. Santiago, Chile. 25 p.
- VOLKE H., VICTOR. 1982. Optimización de insumos de la producción en la agricultura. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 61 p.