

# INFLUENCIA DEL CARBONATO DE CALCIO Y DOSIS DE FOSFORO SOBRE UNA PRADERA PERMANENTE. EVOLUCION DE PARAMETROS PRODUCTIVOS Y QUIMICOS DEL SUELO<sup>1</sup>

Influence of calcium carbonate and phosphorus levels on a perennial pasture. Evolution of chemical and productivity parameters of the soil

Ricardo Campillo R.<sup>2</sup> y Angélica Sadzawka R.<sup>3</sup>

## 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 white clover mixture, seeded on an Andisol, Vilcun series, Entic Dystrandept, was studied at the Carillanca Experiment Station (INIA, Temuco), during four years, in a complete randomized blocks design, with four replications.

P applications increased significantly ( $P \leq 0.01$ ) dry matter production, accumulated P uptakes, foliar P values and the white clover percentages of the pasture, in addition to residual P value of the soil.  $\text{CaCO}_3$  increased ( $P \leq 0.05$ ) P uptake, pH, exchangeable Ca and effective CIC of the Andisol Vilcun and the effect remained four years after liming.

**Key words:** ryegrass, *Lolium* sp, clover mixture, *Trifolium repens*, legumes, lime, soil pH, phosphorus.

## INTRODUCCION

Los suelos derivados de cenizas volcánicas de la IX Región (Andisoles y Ultisoles), presentan características físico-químicas y biológicas muy especiales, algunas de las cuales tienen gran influencia sobre el mecanismo de fijación simbiótica de  $\text{N}_2$  de las leguminosas (Urzúa, 1984).

El proceso de nodulación es dependiente de la acidez. En suelos ácidos, esta condición es causal del bajo número de "rizobios", determinando, incluso, que ciertas especies o razas estén ausentes y que las leguminosas presenten una nodulación deficiente (Rice, Penney y Nyborg, 1977; Coventry y otros, 1985).

Se ha establecido que el Al y P, tanto directa como indirectamente, así como el  $\text{H}^+$ , tienen un gran efecto en el crecimiento del rizobio. De esta manera, la toxicidad por Al y deficiencia de P pueden afectar la nodulación, limitando el número de rizobios en el suelo (Coventry y Evans, 1989).

El encalado de los suelos permite atenuar la toxicidad de elementos como el Al y Mn, ya que al elevar el pH, disminuye su concentración en la solución del suelo y, por ende, el porcentaje de saturación de Al. Así, se ha observado que las aplicaciones de cal y de P producen importantes incrementos de producción de trébol blanco, así como de la nodulación mediante el granulado ("peletización") de la semilla (Haynes y Ludecke, 1981; Lowther, 1980).

Por otro lado, está claramente 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).

Este trabajo analiza el impacto de la aplicación de carbonato de calcio y fertilización fosfatada sobre una mezcla de ballica perenne y trébol blanco, establecida en un Andisol durante cuatro temporadas.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicada a 20 km al noreste de Temuco, en un Andisol de la serie Vilcun (Entic Dystrandept).

<sup>1</sup>Recepción de originales: 24 de abril de 1991.

Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo, Temuco, Chile, 14 al 16 de noviembre de 1990.

<sup>2</sup>Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

<sup>3</sup>Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

La siembra se realizó en septiembre de 1985 con una mezcla de ballica perenne (*Lolium* sp), var. Nui y trébol blanco (*Trifolium repens*), var. Huia. Se evaluaron cuatro niveles de P (0, 33, 66 y 98 kg de P/ha) como superfosfato triple y cuatro niveles de Ca (0; 0,4; 0,8 y 1,6 ton/ha) como  $\text{CaCO}_3$ , incorporados al suelo un mes antes de la siembra. Los tratamientos corresponden a una combinación factorial de los niveles de P y  $\text{CaCO}_3$ , en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se consideró una fertilización básica de 83 kg de K/ha en todas las temporadas. También se hicieron parcializaciones estratégicas de N a salidas de invierno y comienzos de primavera. Detalles del manejo y determinaciones realizadas en este experimento fueron descritas anteriormente (Campillo, 1988; 1990).

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presenta la caracterización del Andisol Vilcún utilizado para este ensayo. Destacan el bajo tenor de P disponible y Al, así como el pH por sobre 6,0.

**CUADRO 1. Caracterización física y química del suelo, previo al encalado. Agosto de 1985**

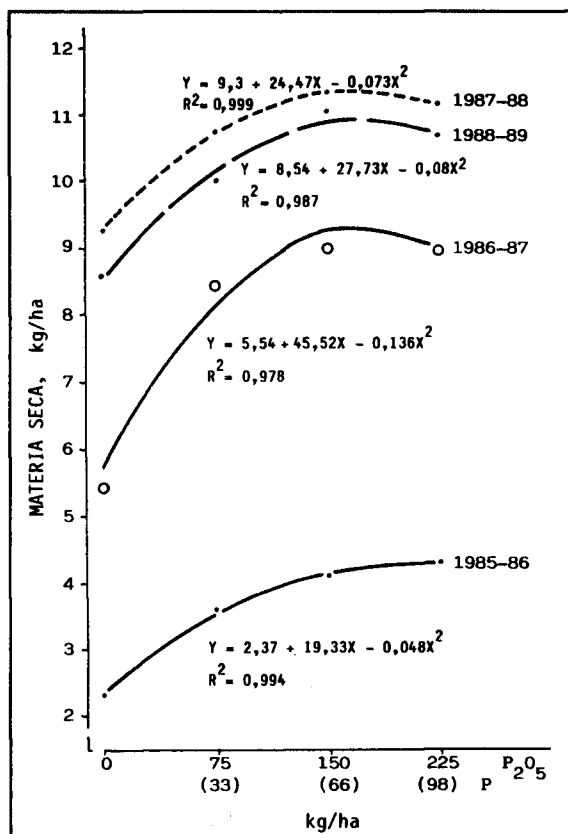
**TABLE 1. Physical and chemical characteristic of the soil, prior to lime application. August of 1985**

Análisis físicos (0 - 0,2 m)			
Arena, %	25,1	Retención humedad	
Limo, %	47,4	1/3 atm, % b.p.s. <sup>1</sup>	80,7
Arcilla, %	27,5	15 atm, % b.p.s.	49,0
		Dens. ap. <sup>2</sup> , g/cc	0,8
Análisis químico (0 - 0,1 m)			
N inorgánico, mg/kg	15,0	pH agua, 1:2,5	6,3
P Olsen, mg/kg	9,0	pH KCl, 1:2,5	5,3
K interc., cmol (+)/kg	0,3	Al (KCl) int., cmol(+)/kg	0,1
Materia orgánica, %	15,3	Saturación de Al, %	0,01

<sup>1</sup>b.p.s. = base peso seco.

<sup>2</sup>Dens. ap. = densidad aparente.

Las producciones acumuladas de materia seca (m.s.) de la pradera, evaluadas en las cuatro temporadas, se incrementaron significativamente ( $P < 0,01$ ) con las dosis anuales de P (Figura 1), no observándose efecto del  $\text{CaCO}_3$  incorporado al inicio del experimento. Las producciones de m.s. de la pradera fueron también incrementándose a través de los años, hasta estabilizarse alrededor de la tercera temporada, producto del excelente equilibrio obtenido por las especies, con contenidos de trébol blanco cercanos al 30%, como promedio anual (Figura 2). Es importante destacar que un 30% de



**FIGURA 1. Evolución de la producción acumulada de m.s. con la aplicación anual de P.**

**FIGURE 1. Evolution of the dry matter accumulation with the annual P application.**

trébol blanco es considerado como un porcentaje adecuado, para que el N fijado por la leguminosa haga un aporte significativo a la pradera (Curll, 1982; Stewart, 1984).

Los contenidos residuales de P, al cabo de las cuatro temporadas, expresan efecto significativos ( $P < 0,01$ ) de la fertilización anual de P, no así del encalado inicial del suelo, como tampoco de interacción entre el P y el encalado. Este efecto acumulativo del P aplicado (Figura 3), también expresó cierta fluctuación en las diferentes temporadas, oscilando, en promedio, entre 10 mg/kg ( $P_0$ ) y 17,5 mg/kg ( $P_{98}$ ).

Las absorciones acumuladas de P de las cuatro temporadas señalan efectos de la aplicación de P ( $P < 0,01$ ) y del  $\text{CaCO}_3$  ( $P < 0,05$ ) incorporado previo a la siembra. Es evidente que a partir de la segunda temporada, la absorción acumulada de P se incrementó notoriamente, fluctuando entre 20 y 25 kg/ha ( $P_0$ ) y 43 kg/ha ( $P_{98}$ ), en las dos últimas temporadas (Figura 4).

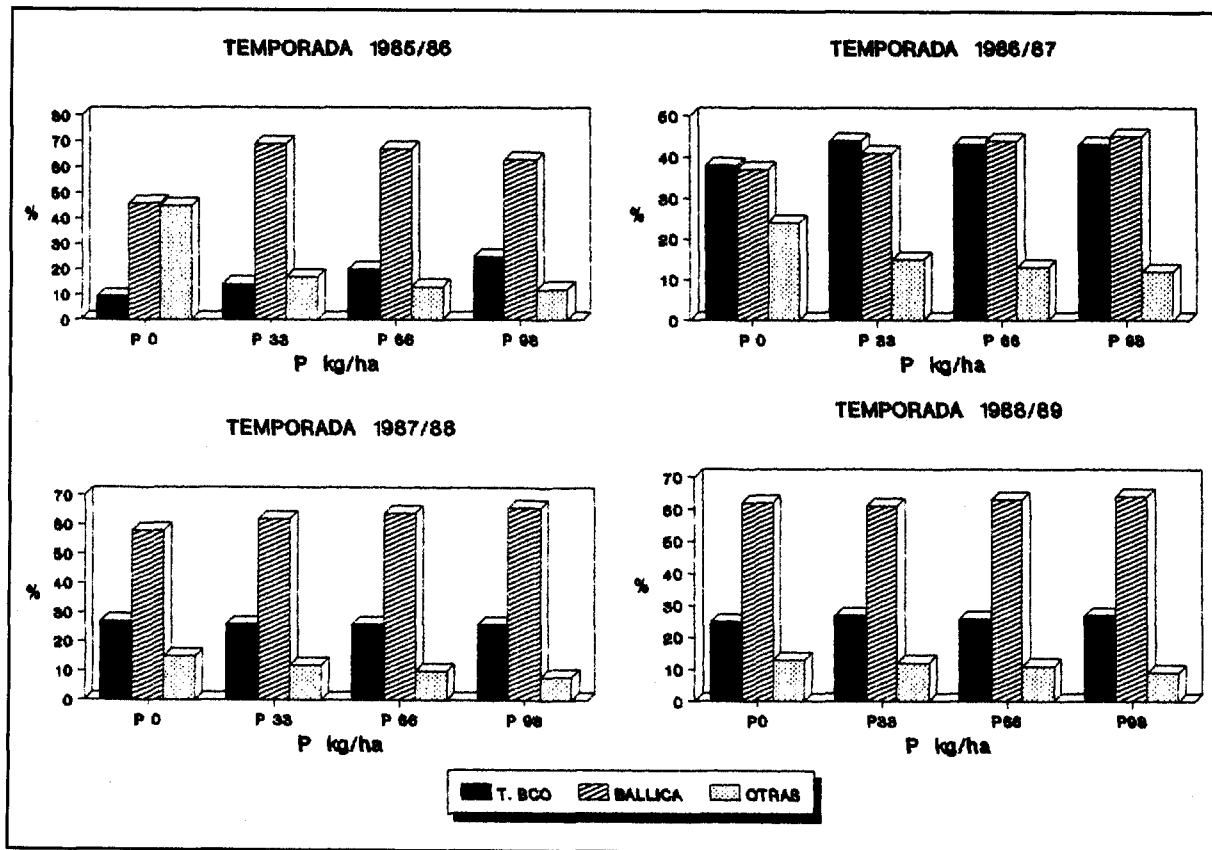


FIGURA 2. Evolución de la composición botánica de la pradera mixta por la aplicación de P.

FIGURE 2. Evolution of the botanical composition of the mixed pasture by the P application.

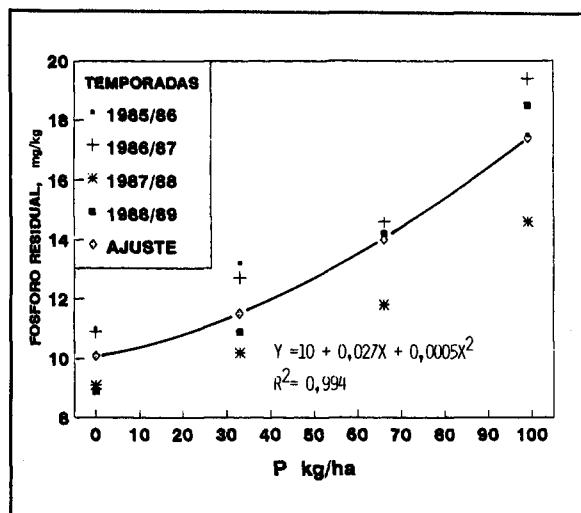


FIGURA 3. Evolución del P residual del suelo con la aplicación anual de P.

FIGURE 3. Evolution of the residual P of soil with the annual p application.

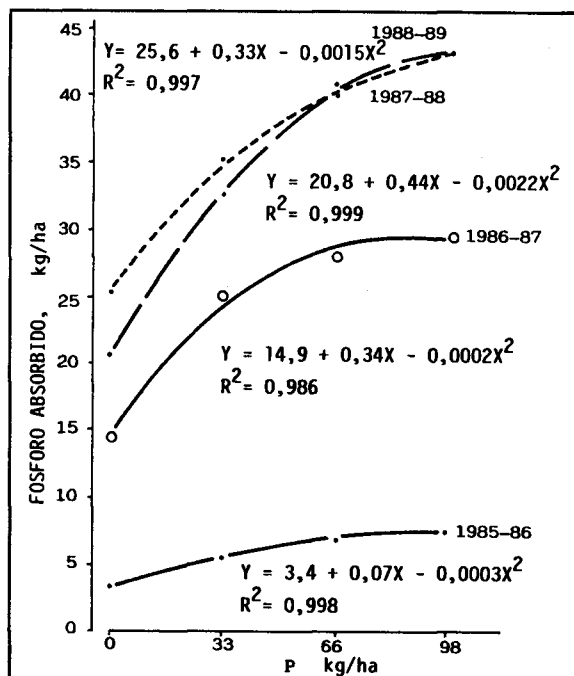


FIGURA 4. Evolución de la absorción acumulada de P con la aplicación anual de P.

FIGURE 4. Evolution of the accumulated P uptake with the annual P application.

Si bien el efecto del  $\text{CaCO}_3$  resulta ser de menor magnitud que aquel del P aplicado, es significativo para el P absorbido, a diferencia de lo acontecido con la producción de m.s. (Campillo, 1988; 1990).

Respecto de la evolución del contenido de P foliar de la m.s. de la pradera (Figura 5), se observa que ya a partir de la primera temporada se visualizan diferencias ostensibles por efecto de la aplicación del P, durante todo el período de crecimiento de la pradera. Ello es más evidente aún en la cuarta temporada, donde los contenidos de P foliar se mueven en rangos claramente diferenciables según se incrementa la aplicación de P. El sostenido incremento del contenido de P foliar y de la absorción acumulada de P se explica por el grado de desarrollo radical que ha alcanzado la pradera, lo cual le permite explorar un volumen de suelo mayor. Además, el excelente establecimiento y persistencia logrado por el trébol blanco, permite

incrementar sustancialmente la absorción, dada la natural apetencia de esta leguminosa por el P (Jackman y Mouat, 1972). En todas las temporadas, se presenta también una fluctuación estacional de los tenores de P foliar, producto de la variación en la expresión porcentual de las especies de la pradera (Figura 5).

El encalado del suelo, incrementó ( $P \leq 0,01$ ) el pH del Andisol Vilcún a partir del momento de la siembra, persistiendo su efecto en la cuarta temporada (Figura 6). Se observan diferencias significativas en todas las dosis de cal, fluctuando los valores de pH en las distintas temporadas por sobre pH 6. Ello indica que la acidez natural y el contenido de Al intercambiable del suelo (Cuadro 1), descartan eventuales limitaciones para el establecimiento exitoso de la leguminosa y el eficiente funcionamiento de la fijación simbiótica de  $\text{N}_2$ .

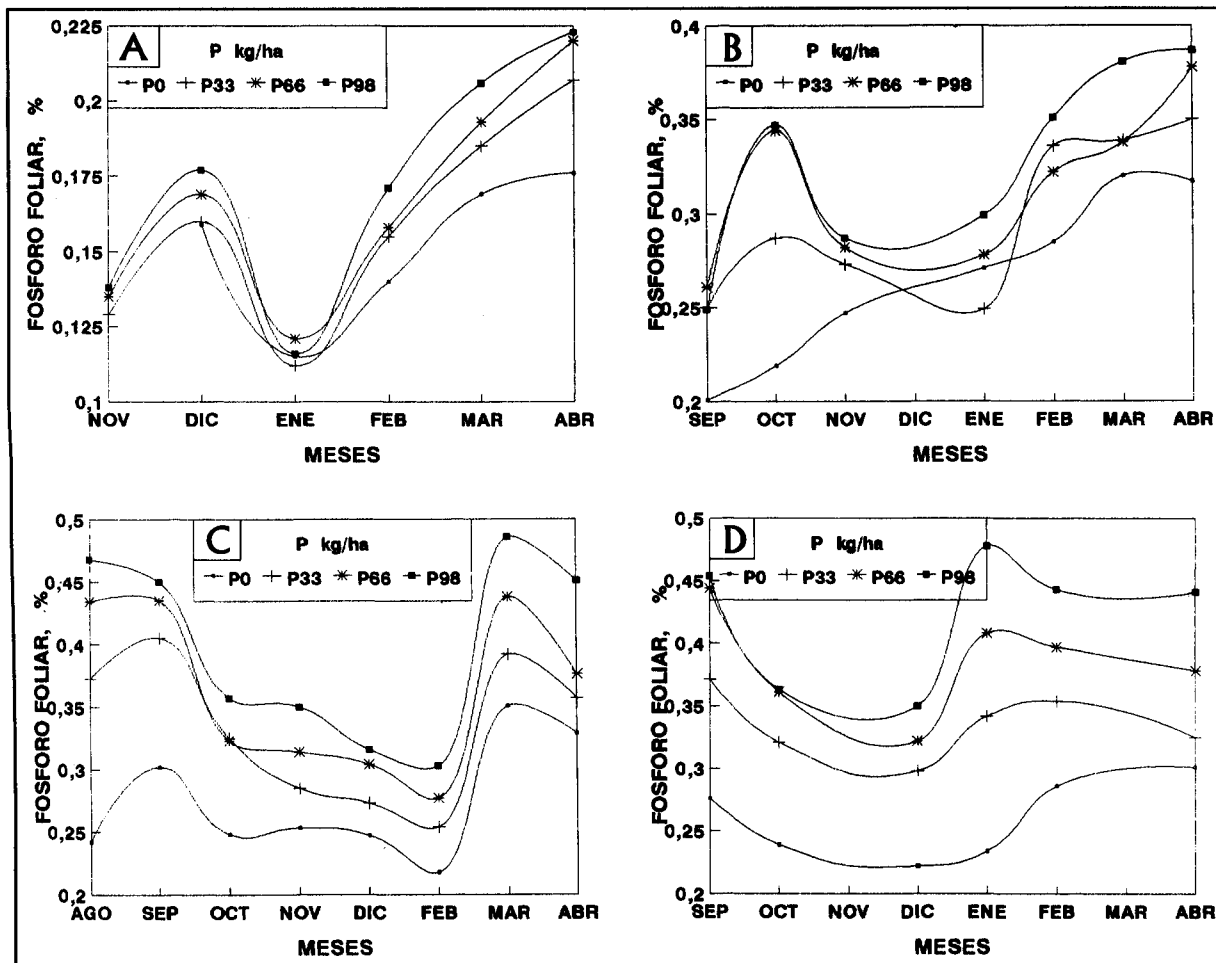


FIGURA 5. Evolución del P foliar de la m.s. de la mezcla con la aplicación de P. Temporada 1985/86 (A); 1986/87 (B); 1987/88 (C) y 1988/89 (D).

FIGURE 5. Evolution of foliar P of the mixture dry matter with de P application. Growing season 1985/86 (A); 1986/87 (B); 1987/88 (C) and 1988/89 (D).

El CaCO<sub>3</sub> incrementó significativamente ( $P \leq 0,01$ ) la capacidad de intercambio catiónico (CIC) efectiva (Figura 7) y el Ca de intercambio (Figura 8), cuyo efecto perduró cuatro años después del encalado aun cuando se observó fluctuaciones en los diferentes años. Sin embargo, el CaCO<sub>3</sub> no afectó los contenidos de Mg (Figura 9), K (Figura 10) y Na de intercambio (Figura 11).

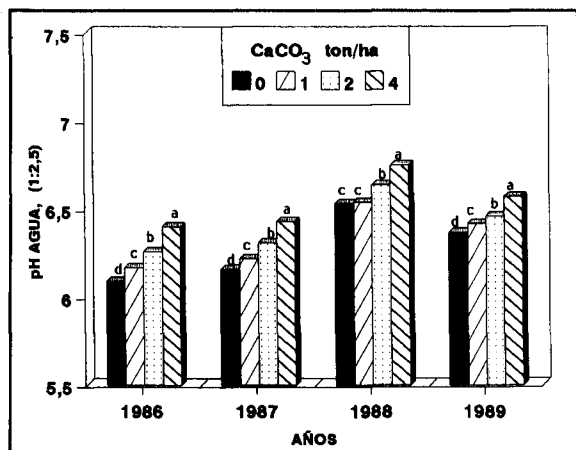


FIGURA 6. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre el pH al agua (1:2,5) del Andisol Vilcún. Medias con distinta letra, para cada año, indican diferencias significativas (Duncan,  $P \leq 0,05$ ).

FIGURE 6. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the pH (1:2,5 soil:water suspension) of Vilcun Andisol. Means with different letters are significant (Duncan,  $P \leq 0,05$ ).

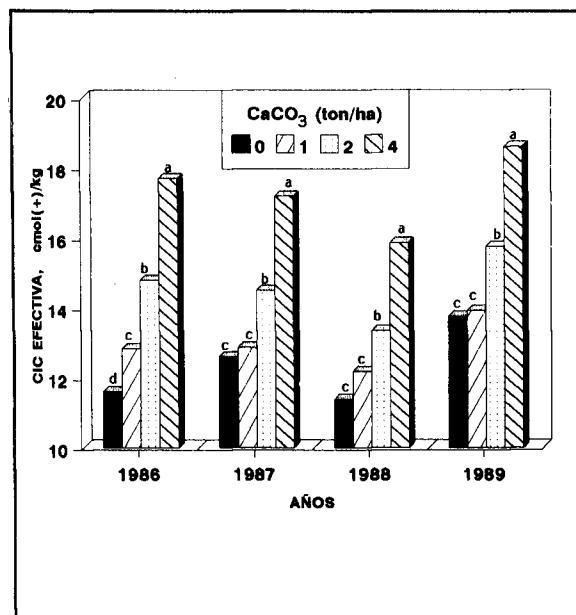


FIGURA 7. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre la CIC efectiva del Andisol Vilcún.

FIGURE 7. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the effective CIC of Vilcún Andisol.

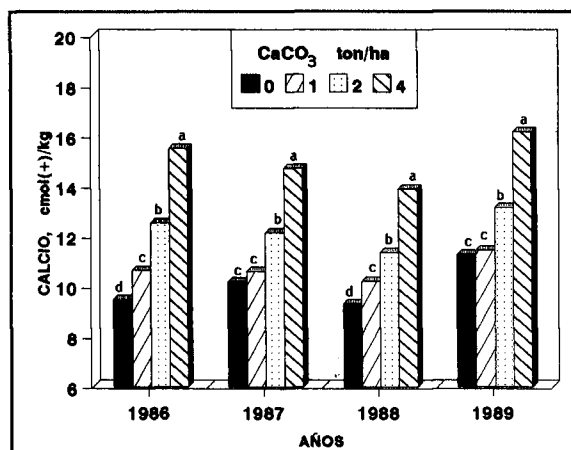


FIGURA 8. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre el contenido de Ca de intercambio.

FIGURE 8. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the content of exchangeable.

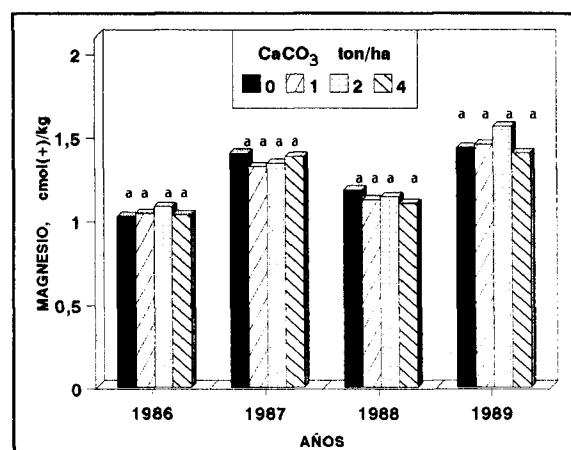


FIGURA 9. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre el contenido de Mg de intercambio.

FIGURE 9. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the content of exchangeable Mg.

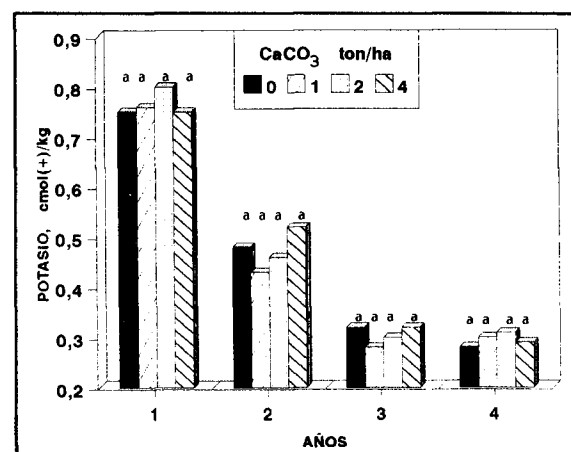


FIGURA 10. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre el contenido de K de intercambio.

FIGURE 10. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the content of exchangeable K.

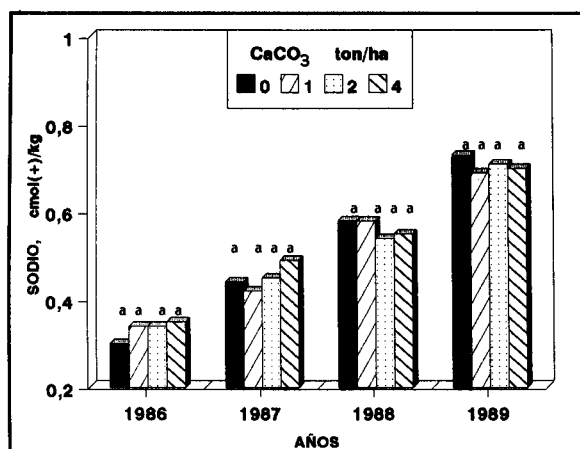


FIGURA 11. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre el contenido de Na de intercambio.

FIGURE 11. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the content of exchangeable Na.

Durante las últimas temporadas, los contenidos de K intercambiable decaen sustancialmente como consecuencia de la fuerte extracción que hace la pradera de este nutriente, a pesar de la fertilización de mantención considerada anualmente. Por otra parte, el Na de intercambio se incrementa sostenidamente con el transcurso del tiempo, debido a la fertilización nitrogenada aplicada anualmente a fines de invierno y comienzos de primavera, en niveles de 40 a 60 kg/ha como salitre sódico.

La distribución porcentual de los cationes de intercambio (Figura 12), indica un amplio predominio del Ca (sobre el 80%), seguido a mucha distancia por el Mg (alrededor del 10%) y valores muy bajos de acidez acordes con los valores de pH del suelo.

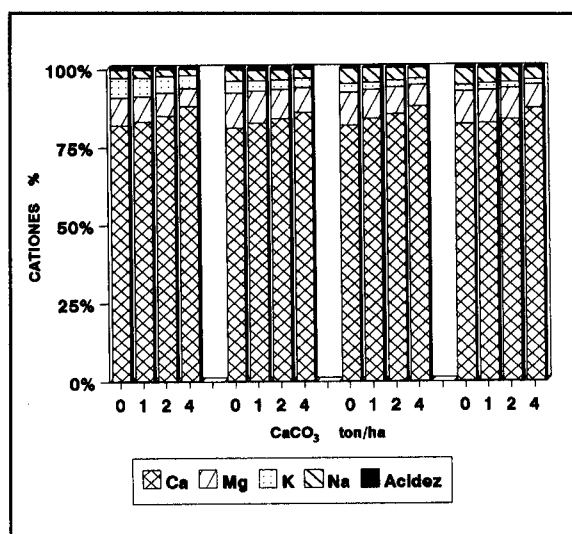


FIGURA 12. Efecto del CaCO<sub>3</sub> sobre la distribución porcentual de los cationes de intercambio.

FIGURE 12. Effect of CaCO<sub>3</sub> on the percentage distribution of exchangeable cations.

## CONCLUSIONES

La fertilización fosfatada incrementó las producciones de m.s., las absorciones acumuladas de P, los tenores de P foliar y el porcentaje de trébol blanco de la pradera, junto con el P residual del suelo, durante las cuatro temporadas. El encalado, por su parte, incrementó el P absorbido, el pH, el Ca de intercambio y la CIC efectiva del Andisol Vilcún y el efecto perduró después de cuatro años.

## 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 de ballica perenne (*Lolium* sp) y trébol blanco (*Trifolium repens*), de cuatro niveles de P (0, 33, 66 y 98 kg/ha) y cuatro niveles de Ca (0; 0,4; 0,8 y 1,6 ton/ha), durante cuatro temporadas. La fertilización fosfatada incrementó significativamente ( $P \leq 0,01$ ), las producciones de m.s., las absorciones acumuladas de P, los tenores de P foliar y el porcentaje de trébol blanco de la pradera, además

del tenor de P residual del Andisol Vilcún. A su vez, el CaCO<sub>3</sub> incrementó ( $P \leq 0,05$ ), el P absorbido, el pH, el Ca de intercambio y la CIC efectiva del suelo y el efecto perduró cuatro años después del encalado.

**Palabras claves:** ballica perenne, *Lolium* sp, trébol blanco, *Trifolium repens*, leguminosas, encalado, acidez, fósforo.

## LITERATURA CITADA

- CAMPILLO R., RICARDO. 1988. Respuesta al carbonato de calcio y la fertilización fosfatada de la mezcla de ballica perenne y trébol blanco, en un Andisol. Efecto en producción y evolución botánica. *Agricultura Técnica* 48: 312-319.
- CAMPILLO R., RICARDO. 1990. Respuesta al carbonato de calcio y fertilización fosfatada de la mezcla ballica perenne y trébol blanco, en un Andisol. Absorción de nutrientes y calidad de forraje. *Agricultura Técnica* 50: 49-55.
- COVENTRY, D.R., and EVANS, J. 1989. Symbiotic nitrogen fixation and soil acidity. In: A.D. Robson (ed.). *Soil acidity and plant growth*. Academic Press, Australia. p.: 103-137.
- COVENTRY, D.R., HIRTH, J.R., REEVES, T.G. and JONES, H.R., 1985. Development of *Rhizobium trifolii* and nodulation of subterranean clover following the cropping phase in crop-pasture rotations in south-eastern Australia. *Soil Biology and Biochemistry* 17: 17-22.
- CURLL, M. L. 1982. The grass and clover content of pastures grazed by sheep. *Herbage Abstract* 52 (9): 403-411.
- HAYNES, R. J. 1980. Competitive aspects of the grass-legumes association. *Advance in Agronomy* 34: 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.
- 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. Agric. 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.
- RICE, W.A., PENNEY, D.C. and NYBORG, M. 1977. Effect of soil acidity on rhizobia numbers, nodulation and nitrogen fixation by alfalfa and red clover. *Canadian Journal of Soil Science* 57: 197-203.
- STEWART, T. A. 1984. Utilizing white clover in grass based animal production systems. *Occas. Symp. Br. Grassl. Assoc.* 16: 93-103.
- URZUA, S.H. 1984. Fijación simbiótica de N en praderas de la Décima Región: un planteamiento metodológico. *Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Boletín* N° 4. p.: 76-84.