

RESPUESTA AL CARBONATO DE CALCIO Y FERTILIZACION FOSFATADA, DE LA MEZCLA FESTUCA Y TEBOL SUBTERRANEO EN UN ULTISOL DE LA IX REGION¹

Response to calcium carbonate and to phosphate fertilization, of the mixture fescue and subterranean clover, on an Ultisol, IX Región

Ricardo Campillo R.²

SUMMARY

The effect of four levels of phosphorus (0, 33, 66 and 98 kg/ha), and four levels of calcium carbonate (0, 2, 4 and 8 ton/ha) on a fescue and subterranean clover mixture, was studied at Pumalal location, on an Ultisol Metrenco, during two years. The trial was sown in March 1986, in a complete randomized blocks design, with four replications. Each plot consisted of 5 rows, 6 m long, 0.2 m apart. Fescue cv. Clarine was sown with 12 kg/ha of seed and subterranean clover cv. Mount Barker at 8 kg/ha of seed, previously inoculated with the specific *Rhizobium* and pelletized. Legume plant population, nodules clover plant, dry matter production, phosphorus response efficiency, botanical composition of the mixture 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. Calcium carbonate application was effective ($P \leq 0.01$) only the first season and the seed pelleting showed no effects. Phosphorus applications positively influenced clover populations (only the first season) and residual phosphorus, at the end of each growing season. Calcium carbonate application increased linearly the soil pH and their effects remained at the end of the second year.

Key words: lime, soil pH, soil acidity, phosphorus, pasture production.

INTRODUCCION

En la IX Región de Chile existen aproximadamente 200.000 ha de Ultisoles conocidos comúnmente como suelos "rojo-arcillosos" (Mella y Kühne, 1985), localizados principalmente en las áreas agroecológicas del valle central y secano interior. Normalmente, en esta zona se presenta una sequía estival que se extiende por cuatro a seis meses cada año. Las praderas de secano que se desarrollan en ella, deben soportar un marcado déficit hídrico desde fines de primavera hasta las primeras lluvias de otoño, lo cual afecta fuertemente su persistencia. La mezcla de festuca y trébol subterráneo ha demostrado una gran adaptación a estas condiciones climáticas, con producciones muy superiores a aquellas de la pradera natural de la zona (Acuña, Romero y Elizalde 1988; Rojas y Romero, 1990).

Los Ultisoles, a diferencia de los Andisoles, se caracterizan por presentar bajos contenidos de materia orgánica y N inorgánico. También exhiben una marcada acidez y alta capacidad de retención de P, aunque menor que la de Andisoles (Sadzawka y Carrasco, 1985). Se ha establecido que la acidez del suelo tiene varios componentes potencialmente dañinos para el *Rhizobium* de la leguminosa. Junto con altas concentraciones de iones H⁺, muchas veces los suelos ácidos tienen alta disponibilidad de Mn y Al y baja disponibilidad de Mo, Mg y Ca. El encalado de estos suelos permite modificar su pH y atenuar la toxicidad de elementos como Al y Mn (Robson y Lonegaran, 1978).

Por otro lado, se ha determinado que el trébol subterráneo es una leguminosa de gran tolerancia a la acidez (Evans, Dear y O'Connor, 1990; Helyar y Anderson, 1970). Horsnell (1985), informa que en suelos ácidos de Australia (pH al agua 4,9 a 5,5) y alto contenido de Al intercambiable (3,9 a 6,2 cmol(+)/kg) el encalado y el encalado más superfosfato determinó incrementos en la producción de trébol subterráneo. En Chile, se señala que en suelos trumaos de la precordillera de Ñuble, la fertilización con P produjo respuestas crecientes de m.s. (Acuña y otros, 1982) y aumentos

¹Recepción de originales: 19 de octubre de 1990.

Trabajo presentado a la XV Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), Temuco, Chile, 2 al 4 de octubre de 1990.

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

significativos en la contribución del trébol subterráneo (Acuña y otros, 1990).

El propósito de este trabajo fue determinar los efectos del carbonato de calcio y la fertilización fosfatada en el establecimiento y mantención de la mezcla de festuca y trébol subterráneo en un Ultisol, en dos temporadas de evaluación.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la localidad de Pumalal, en el predio "Las Quilas", ubicado a 10 km al norte de Temuco (38°41' lat. S, 72°25' long. W y a 200 m.s.n.m.). El suelo corresponde a un Ultisol de la serie Metrenco (Palehumult), cuya caracterización inicial se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Caracterización física y química del suelo, previo al encalado. Febrero, 1986

TABLE 1. Physical and chemical characteristics of the soil, previous to lime application. February, 1986

Análisis físico (0 a 0,2 m)		Análisis químico (0 a 0,075 m)	
Arena, %	14,7	N inorgánico, mg/kg	22,0
Limo, %	32,4	P Olsen, mg/kg	11,0
Arcilla, %	52,9	K interc., cmol(+)/kg	0,27
		Al (KCl) int., cmol(+)/kg	0,11
Retención humedad:		Saturación de Al, %	1,0
1/3 atm, % BPS ¹	37,0	pH agua, 1:2,5	5,4
15 atm, % BPS	24,4	Materia orgánica, %	6,9
Dens. Ap. ² , g/cc	1,3		

¹BPS: base peso seco.

²Dens. Ap.: densidad aparente.

La siembra se realizó sobre un rastrojo de cebada a fines de marzo de 1986, en hileras a 20 cm, con una dosis de semilla de 12 kg/ha de festuca Clarine y 8 kg/ha de trébol subterráneo Mount Barker. 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 CaCO₃ (0, 2, 4 y 8 ton/ha), incorporados al suelo 22 días 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 67 kg/ha de K en la forma de sulfato de potasio y 30 kg/ha de N como salitre sódico. Los fertilizantes se aplicaron en la siembra, tanto en hileras, bajo la semilla (superfosfato triple) como al voleo (sulfato de potasio y salitre). Las parcelas

experimentales fueron de 2 x 6 m y el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

Se hicieron evaluaciones de la población de plantas y recuento de nódulos por planta de trébol. La producción de m.s. fue evaluada mediante cortes con barra segadora, dejando un residuo de 3 cm y secando posteriormente en estufa con ventilación forzada a 70°C, hasta peso constante. La composición botánica fue estimada mediante separación manual en cada evaluación de la producción.

El pH del suelo fue medido previo a la siembra y al final de cada temporada (1986 y 1987). También fue determinado el tenor de P-NaHCO₃ residual, al término de ambas temporadas y el contenido de Al-KCl intercambiable, a la siembra del experimento.

Análisis de variancia y de regresión fueron realizados para establecer las relaciones entre las dosis de los factores estudiados y las producciones de m.s., valores de pH y niveles de P residual del suelo.

En abril de 1987 fueron reaplicadas las mismas dosis de P utilizadas en el establecimiento del ensayo y, también, una fertilización de mantención al voleo de 67 kg/ha de K como sulfato de potasio y aplicaciones estratégicas de N (20 kg/ha) en septiembre y octubre, como salitre sódico.

Para controlar malezas, se aplicó Hedonal M-75 (1 L/ha) en mayo de 1986. La cuncunilla negra (*Dalaca pallens* (Bl.)), fue controlada con Gusatox (1 L/ha) en mayo y julio de 1987.

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros productivos

En los Cuadros 2 y 3, se presenta la densidad de plantas y número de nódulos/planta de trébol subterráneo, respectivamente, los cuales no indicaron efecto ($P \geq 0,05$) del encalado y P aplicado. A pesar de la acidez natural del Ultisol Metrenco (pH 5,4), los contenidos de Al intercambiable y saturación de Al (Cuadro 1), descartaron efectos depresivos para el adecuado establecimiento del trébol y un eficiente funcionamiento de la fijación simbiótica de N₂. Esto último, explicaría, en gran medida, esta ausencia de efecto significativo del encalado y P aplicado.

En las figuras 1 y 2, se presenta las producciones acumuladas de m.s., que consideran cuatro cortes en cada una de las temporadas. La primera temporada, abarca desde septiembre a diciembre de 1986 y la segunda, desde julio a noviembre de 1987. La producción de m.s. alcanzada en ambas temporadas, muestra un

CUADRO 2. Densidad de plantas de trébol subterráneo (Nº plantas/m²). Pumalal, junio 1986**TABLE 2. Plant density of subterranean clover (Nº of plant/m²). Pumalal, June, 1986**

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
0	84	66	88	98	84
33	90	93	84	91	89
66	71	85	88	95	85
98	79	53	60	60	63
Promedio	81	74	80	86	80

E.E. promedio de P: ± 6,103.
E.E. promedio de CaCO₃: ± 6,103.

CUADRO 3. Número de nódulos por planta de trébol subterráneo. Pumalal, agosto, 1986**TABLE 3. Number of nodule/plant of subterranean clover. Pumalal, August, 1986**

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
0	14	17	15	14	15
33	15	17	16	14	16
66	15	17	17	16	16
98	15	19	18	16	17
Promedio	15	18	17	15	16

E.E. promedio de P: ± 0,693.
E.E. promedio de CaCO₃: 0,693.

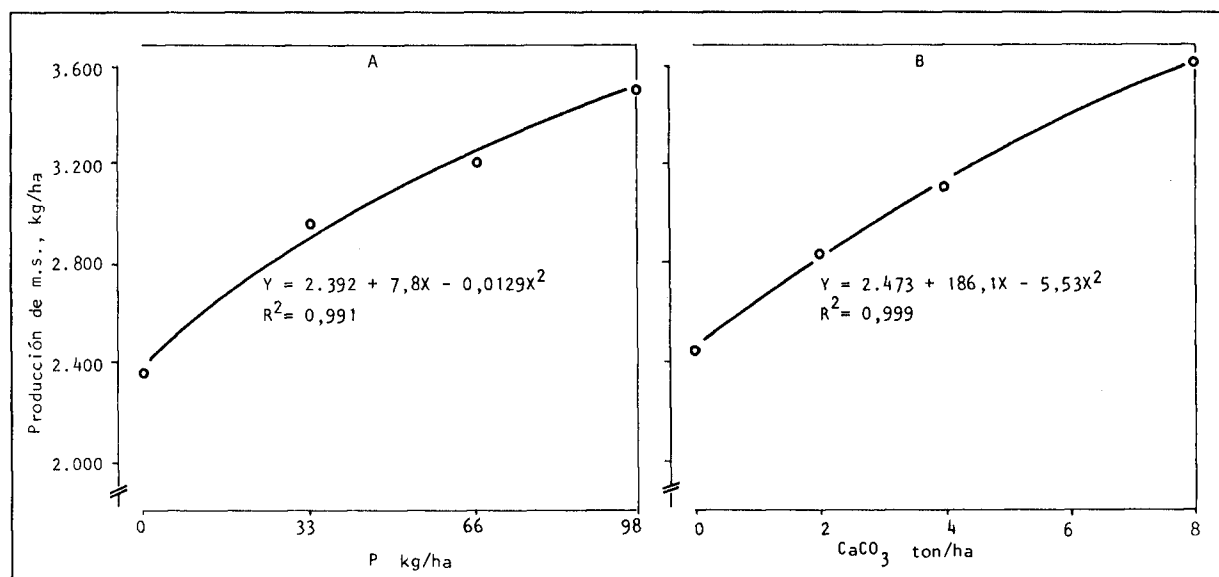


Figura 1. Relación entre la producción acumulada (kg/ha m.s.) y la dosis de P (kg/ha) (A) y la dosis de CaCO₃ (ton/ha) (B). Primera temporada, 1986.

Figure 1. Relationship between dry matter accumulation (kg/ha D.M.) and rate of P (kg/ha) (A) and rate of CaCO₃ (ton/ha) (B). First growing season, 1986.

creciente efecto ($P \leq 0,01$) por la aplicación de P. El CaCO₃ produce efecto ($P \leq 0,01$) sólo durante la primera temporada y un pequeño efecto de interacción P x CaCO₃ ($P \leq 0,05$), solamente en la última temporada. El granulado de la semilla no indicó influencia de los factores estudiados, lo cual también se explicaría por los bajos contenidos de Al intercambiable y porcentaje de saturación de Al (Cuadro 1). Al respecto, en Australia, Evans, Dear y O'Connor (1990), indican que el trébol subterráneo fue la leguminosa más tolerante a la acidez del suelo (pH 4,2) en términos de m.s. producida, alcanzando más del 90% del rendimiento máximo en suelos con dicho pH.

Las producciones acumuladas de m.s. de la segunda temporada superan ampliamente aquellas de la primera temporada, independientemente de la dosis de P. Ellas fluctúan entre 5.636 y 7.010 kg/ha de m.s. (1987), en comparación a 2.374 y 3.511 kg/ha de m.s. (1986). Al respecto, debe considerarse que el período productivo de la mezcla durante el segundo año es mayor (julio a noviembre), respecto al primer año o de establecimiento y que las producciones de m.s. se favorecen, también, con el efecto residual del P aplicado en la siembra. Acuña y otros (1982), informan que en suelos trumaos de la precordillera de Nuble, la fertilización de mantención con P determinó respuestas crecientes de

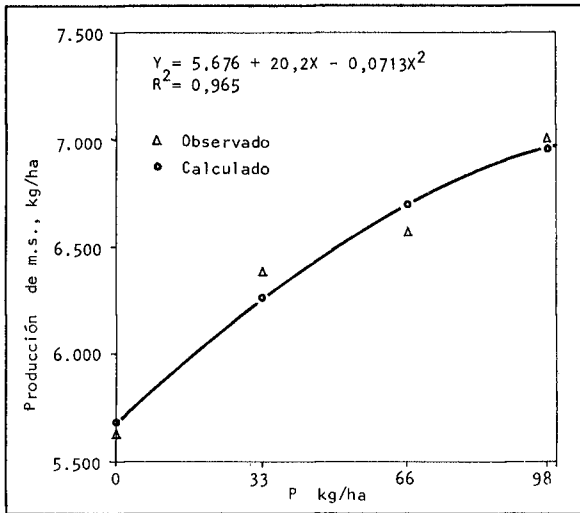


Figura 2. Relación entre la producción acumulada (kg/ha m.s.) y la dosis de P (kg/ha). Segunda temporada, 1987.

Figure 2. Relationship between dry matter accumulation (kg/ha D.M.) and rate of P (kg/ha). Second growing season, 1987.

m.s. de trébol subterráneo hasta 66 kg/ha de P. Este incremento productivo del segundo año, se explicaría también por la presencia de una festuca ya bien establecida en la mezcla y una mejor precipitación a partir de mediados de marzo de 1987 (datos no presentados), que permiten una germinación más precoz del trébol subterráneo respecto de la primera temporada. Ello determinaría la ocurrencia de un primer corte ya a partir del mes de julio de 1987 (Figura 3).

Otro parámetro productivo importante, es la eficiencia de la respuesta al P aplicado (kg de m.s. producida/kg de P aplicado) (Cuadro 4). Se observa una gradual disminución de la eficiencia, según se incrementa la dosis de P en ambas temporadas, obteniéndose las más altas en torno a 33 kg P/ha. Cabe señalar, que los valores de eficiencia de la segunda temporada superan, en promedio, aquellas de la primera. Esta situación se explica fundamentalmente por el efecto residual del P aplicado a la siembra, que también se refleja en las producciones de m.s. y que se agrega al efecto de la refertilización con P al comienzo de la segunda temporada. Similares resultados han señalado Acuña y otros (1990), en suelos trumaos, donde las máximas producciones físicas se alcanzan con alrededor de 80 kg/ha de P al año, pero el máximo incremento está entre 22 y 44 kg/ha/año.

En el Cuadro 5, se presenta la contribución del trébol subterráneo en porcentaje (base m.s.) durante ambas temporadas. Se aprecia que en la primera temporada, solamente la dosis de P aplicada tiene influencia, oscilando entre 28 y 34% de trébol subterráneo, para la aplicación de 0 y 33 kg/ha de P, respectivamente. Sin

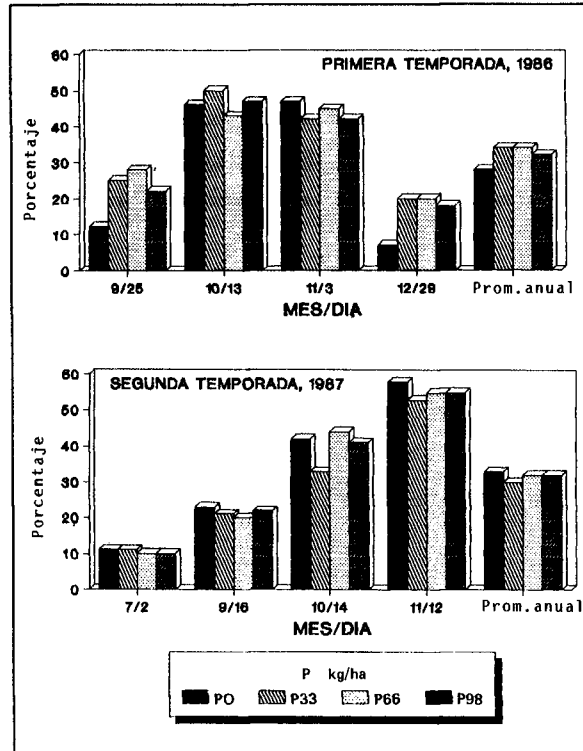


Figura 3. Efecto del P aplicado (kg/ha) sobre la contribución del trébol subterráneo en ambas temporadas.

Figure 3. Effect of P application (kg/ha) on subterranean clover evolution in both growing seasons.

CUADRO 4. Eficiencia de la respuesta a P (kg m.s./kg P) de la pradera de festuca x trébol subterráneo en dos temporadas. Pumalal, 1986/87

TABLE 4. Phosphorus response efficiency (kg D.M./kg P) of the mixture fescue x subterranean clover. Growing seasons 1986/87

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
Primera Temporada					
33	27,5	11,8	14,0	17,4	17,7
66	14,3	10,8	12,3	13,4	12,7
98	14,7	10,8	14,9	5,9	11,6
Promedio	18,8	11,1	13,7	12,2	14,0
Segunda Temporada					
33	18,4	49,2	12,2	11,3	22,8
66	7,7	23,2	10,1	15,7	14,2
98	20,3	19,4	6,3	10,1	14,4
Promedio	15,5	30,6	9,5	12,4	17,0

CUADRO 5. Presencia del trébol subterráneo (%) en la composición botánica de la pradera. Temporadas 1986/87

TABLE 5. Presence of subterranean clover (%) in the botanical composition of the pasture. Growing seasons 1986/87

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
Primera Temporada					
0	26	25	29	31	28
33	34	36	34	33	34
66	32	37	36	31	34
98	34	32	33	31	33
Promedio	32	33	33	33	32
Segunda Temporada					
0	35	32	39	25	33
33	28	38	28	24	30
66	35	32	35	27	32
98	29	34	34	31	32
Promedio	32	34	34	27	32

embargo, este efecto desaparece durante la segunda temporada, lo que indicaría que la contribución de trébol se independiza del P aplicado. Cabe señalar, que el carbonato de calcio no influencia el porcentaje de trébol en ninguna de las dos temporadas. Una situación parecida indica Acuña y otros (1990), donde la contribución del trébol subterráneo aumentó significativamente con la dosis de P en la primera temporada.

Respecto a la evolución de la contribución del trébol subterráneo en la primera temporada (Figura 3), se aprecia, en general, que la ausencia de P determina menores aportes porcentuales en casi todos los cortes respecto de la aplicación de P, configurando así un menor promedio anual (28%). En cambio, durante la segunda temporada (Figura 3), la dosis de P no afecta la contribución porcentual de trébol, determinando así promedios anuales muy similares entre las diferentes dosis de P. Es importante destacar que, en ambas temporadas, los mayores aportes de trébol subterráneo se producen en octubre y noviembre, al margen de la dosis de P.

Parámetros químicos del suelo

El carbonato de calcio incrementó ($P \leq 0,01$) linealmente el pH en las tres épocas de muestreo, observándose un desplazamiento de la recta ajustada, principalmente en marzo de 1986 (Figura 4). Esto se explica por la fluctuación estacional del pH del suelo a través del año que muestran los suelos derivados de

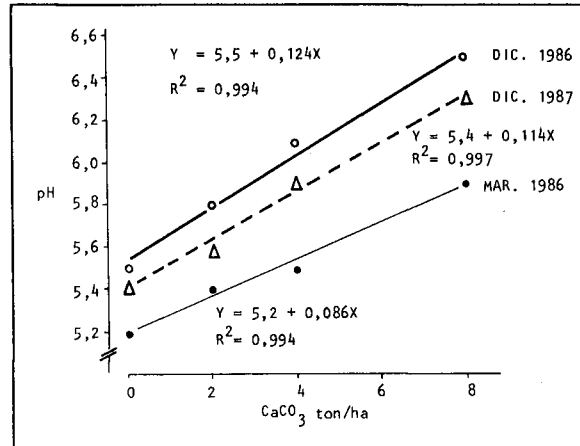


Figura 4. Efecto del CaCO₃ aplicado (ton/ha) sobre el pH del Ultisol Metrenco (0 a 0,075 m).

Figure 4. Effect of CaCO₃ application (ton/ha) on the pH of Metrenco Ultisol (0-0.075 m).

cenizas volcánicas (Campillo, 1988). Otro factor que pudiera estar incidiendo, sería el lapso de tiempo transcurrido desde el encalado hasta la siembra (tres semanas), que pudiera no ser suficiente para lograr expresar completamente el efecto de la cal incorporada al suelo. En todo caso, las pendientes de las rectas ajustadas al cabo de ambas temporadas, son muy similares y permiten estimar que se requieren alrededor de 0,8 ton/ha de carbonato de calcio para incrementar el pH en 0,1 unidades. Por otro lado, el P aplicado incrementó ($P \leq 0,01$) ligeramente el pH sólo al final de la segunda temporada, sin detectarse interacción de los factores como tampoco del granulado de la semilla en los tres períodos muestreados (Cuadro 6). Ello reafirma el hecho que si bien el Ultisol Metrenco presenta

CUADRO 6. Evolución del pH al agua (1:2,5) del suelo Metrenco (0 a 0,075 m) bajo festuca x trébol subterráneo. Pumalal, 1987/88

TABLE 6. Evolution of pH (1:2,5 soil: water suspension) in a Metrenco soil (0-0.075 m) under fescue x subterranean clover. Growing season 1987

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
0	5,4	5,5	5,9	6,1	5,6
33	5,4	5,6	6,0	6,3	5,7
66	5,5	5,7	5,9	6,4	5,8
98	5,4	5,7	6,0	6,3	5,7
Promedio	5,4	5,6	5,9	6,3	5,7

E.E. promedio de P: $\pm 0,035$.

E.E. promedio de CaCO₃: $\pm 0,035$.

una acidez natural (pH 5,4), como ella no está asociada con niveles depresivos de Al intercambiable y saturación de Al (Cuadro 1), no afecta el adecuado establecimiento del trébol subterráneo (cuadros 6 y 7) y la eficiencia de la fijación simbiótica de N₂ (Campillo, 1988).

CUADRO 7. Contenidos de P residual (mg/kg) del suelo Metrenco (0 a 0,075 m) bajo festuca x trébol subterráneo. Pumalal, 1987/88

TABLE 7. Residual contents of P (mg/kg) of the Metrenco soil (0-0.075 m) under fescue x subterranean clover. Growing season 1987

P kg/ha	CaCO ₃ , ton/ha				Promedio
	0	2	4	8	
0	9,0	9,2	8,5	8,9	8,9
33	11,3	10,8	13,2	11,8	11,8
66	16,1	15,1	15,3	19,3	16,4
98	21,7	20,4	26,2	27,4	23,9
Promedio	14,5	13,9	15,8	16,9	15,3

E.E. promedio de P: ± 0,659

E.E. promedio de CaCO₃: ± 0,659

Los contenidos residuales de P, al final de ambas temporadas (Figura 5), muestran incrementos importantes ($P \leq 0,01$) por efecto del P aplicado. El carbonato de calcio sólo tuvo un pequeño efecto ($P \leq 0,01$) al cabo de la última temporada, no detectándose interacción entre el P y el encalado y efecto del granulado de la semilla (Cuadro 7). Este efecto podría originarse en un incremento de la disponibilidad de P, a través de procesos microbiológicos, debido a efectos estimulativos del

encalado en la mineralización del P orgánico del suelo (Haynes, 1982). Al relacionar, mediante la técnica de regresión, el P residual del suelo y la dosis de P aplicada, se encontró una relación lineal y cuadrática ($P \leq 0,01$) al cabo de la primera y segunda temporada, respectivamente. Este efecto acumulativo del P aplicado, alcanzó a 20 y 24 mg/kg de P con la aplicación de 98 kg/ha de P, al cabo de la primera y segunda temporada, respectivamente. En cambio, en el suelo sin aplicación de P, éste osciló entre 8 y 9 mg/kg de P.

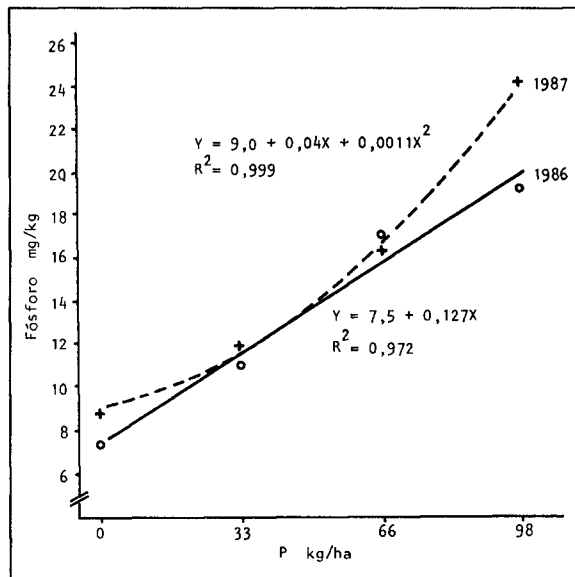


Figura 5. Relación entre el P residual (mg/kg) y la dosis de P aplicada (kg/ha).

Figure 5. Relationship between residual P (mg/kg) and rate of P application (kg/ha).

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 festuca-trébol subterráneo, de cuatro niveles de P (0, 33, 66 y 98 kg de P/ha) y cuatro niveles de carbonato de calcio (0, 2, 4 y 8 ton/ha). La siembra, se hizo en hileras a 20 cm, en marzo de 1986, con 12 kg/ha de festuca Clarine y 8 kg/ha de trébol subterráneo Mount Barker, inoculado con la bacteria específica y granulado ("pelletizado"). Se midió la densidad de plantas y número de nódulos/planta de trébol, producción de m.s., eficiencia de la respuesta a P, composición botánica de la mezcla, acidez del suelo y P residual al cabo de ambas temporadas.

No hubo efecto ($P \geq 0,05$) de los factores estudiados sobre la población de plantas y número de nódulos/

planta de trébol. En ambas temporadas, el P aplicado incrementó significativamente ($P \leq 0,01$) la producción de m.s. En cambio, el carbonato de calcio tuvo efecto ($P \leq 0,01$) sólo la primera temporada, mientras que el granulado de la semilla de trébol no tuvo influencia. La aplicación de P determinó un incremento de la población de trébol durante la primera temporada y no afectó la contribución de esta especie en la segunda temporada; además incrementó significativamente ($P \leq 0,01$) los tenores de P residual, al término de ambas temporadas. El carbonato de calcio incrementó ($P \leq 0,01$) linealmente el pH del suelo desde el momento de la siembra y este efecto perduró hasta el término de la segunda temporada.

Palabras claves: limo, pH del suelo, acidez del suelo, fósforo, producción de pradera.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA P., HERNAN, AVENDAÑO R., JULIA, SOTO O., PATRICIO y OVALLE M., CARLOS. 1982. Praderas de secano en las regiones del Maule y Bío-Bío. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Est. Exp. Quilamapu (Chillán), Boletín Técnico Nº 54. 106 p.
- ACUÑA P., HERNAN, ROMERO Y., ORIELLA y ELIZALDE V., HERNAN. 1988. Efectos de alturas de utilización y residuo en productividad y composición botánica de una pastura de festuca con trébol subterráneo. IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 48: 235-241.
- ACUÑA P., HERNAN, SOTO O., PATRICIO, KLEE G., GERMAN, RODRIGUEZ S., NICASIO, OVALLE M., CARLOS y MARTINEZ R., GERMAN 1990. Dosis de fósforo y potasio en trébol subterráneo en la precordillera andina de la Región del Bío-Bío. Agricultura Técnica 50: 7-16.
- 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.
- EVANS, J., DEAR, B. and O'CONNOR G., E. 1990. Influence of an acid soil on the herbage yield and nodulation of five annual pasture legumes. Australian Journal of Experimental Agriculture 30: 55-60.
- HAYNES R., J. 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. A critical review. Plant and soil 68: 289-308.
- HELYAR K., R. and ANDERSON A., H. 1970. Responses of five pasture species to phosphorus lime, and nitrogen on an infertile acid soil with a high phosphate sorption capacity. Aust. J. Agric. Res. 21: 677-692.
- HORSNELL L., J. 1985. The growth of improved pastures on acid soils. 2. The effect of soil incorporation of lime and phosphorus on the growth of subterranean clover and lucerne pastures and on their response to topdressing. Aust. J. Exp. Agric. 25: 157-163.
- MELLA L., ARNOLDO y KÜHNE G., ALBERTO. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona central-sur de Chile. En: J. Tosso (ed.). Suelos Volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile. p.: 549-716.
- ROBSON A., D. and LONEGARAN J., F. 1978. Responses of pasture plants to soil chemical factor other than nitrogen and phosphorus, with particular emphasis on the legume symbiosis. In: J.R. Wilson (ed.). Plant relations in pastures. C.S.I.R.O. Canberra, Australia. p.: 128-142.
- ROJAS G., CLAUDIO y ROMERO Y., ORIELLA. 1990. Sistema de crianza de Hereford utilizando festuca con trébol subterráneo en el valle de la IX Región. Agricultura Técnica (Chile) 50: 379-385.
- SADZAWKA R., ANGELICA y CARRASCO R., ADRIANA. 1985. Química de los suelos volcánicos. En: J. Tosso (ed.). Suelos Volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile. p.: 337-490.