

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE FÓSFORO Y POTASIO EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PRADERA DE TRÉBOL BLANCO/FESTUCA EN UN SUELO ARCILLOSO¹

Effect of phosphorus and potassium application on productivity of white clover/tall fescue sward in a clay soil

Hernán Acuña P.²

S U M M A R Y

The experiment was carried out in a heavy soil with restricted drainage from autumn 1990 to autumn 1992 in a locality near Parral (VIIth Region). A seed mixture of 3 and 9 kg/ha of white clover (*Trifolium repens* L.) variety Regal and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) variety Manade was sown, respectively. Treatments corresponded to the factorial combinations of 0, 30, 60 and 90 kg/ha of P (triple superphosphate) and 0, 50 and 100 kg/ha of K (potassium muriate) plus one treatment with 15 and 100 kg/ha of P and K, respectively. The fertilizer applications were made at sowing and annually in autumn (P) and spring (K). A randomized block design with three replications in 2 x 6 m plots was used. Before sowing 2,000 kg/ha of lime and 220 kg/ha of gypsum were applied. Available P and K in soil was measured at the beginning of the experiment and in April 1991 and 1993. The total and specific D.M. production of these swards was measured at each cut. The low initial levels of P and K in soil increased slightly when P and K application rates were increased. The D.M. yields increased from 3.3 to 6.0 and 7.6 to 10.7 ton/ha in the first and second seasons, respectively, when P application was increased from 0 to 90 kg/ha. The P response tended to be linear in 1990/91 and quadratic in 1991/92 with a maximum gradient between 15 and 30 kg/ha. There was a significant interaction P x K in 1990/91 and there was no effect of K in 1991/92.

Key words: white clover, tall fescue, P and K applications, clay soils.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de la zona arrocerá de la séptima y octava regiones, según Klee y Sepúlveda (1989), presentan niveles de P y K disponibles muy bajos (< 4 mg/kg de P). Esta baja fertilidad es consecuencia del cultivo de arroz por inundación, sin uso de fertilizantes, en una rotación estrecha (2 a 3 años) con pastos naturales de secano por alrededor de cincuenta años (Rojas, Belmar y Grau, 1992; Ortega, Alvarado y Belmar, 1992). La baja rentabilidad del cultivo y la difícil situación económica de la agricultura en el área, requieren de la introducción de rubros más rentables. La ganadería, basada en praderas de riego, sería uno de ellos.

El trébol blanco y la festuca son especies de reconocida adaptación a suelos pesados y, en mezcla, conforman praderas de pastoreo de larga duración

o permanentes que pueden sustentar sistemas semi-intensivos de producción animal que incluyen, además, el uso de pastos naturales, rastros, pajas y otros forrajes de baja calidad. Los requerimientos de P y K para el establecimiento del trébol y la gramínea y las necesidades de estos elementos en mantención de la pradera, no han sido estudiados en estos suelos. La información disponible en el país, referida a los suelos "trumaos" con alta capacidad de retención de P, indica que estas especies requieren de fuertes aplicaciones de P y K al establecimiento y en la mantención anual (Campillo, 1988; Campillo y Sadzawka, 1992; Acuña, 1981; Acuña, Soto y Martínez, 1994). En el extranjero, en suelos no fijadores de P, se dan valores mínimos de P disponible en el suelo para un buen desarrollo del trébol de entre 2,5 y 20 mg/kg (Frame y Newbould, 1986).

En el cultivo de arroz en estos suelos, Ortega (1989) obtuvo una alta respuesta a P y Rojas (1992) afirma que, en general, el arroz no responde a las aplicaciones de P, debido,

¹Recepción de originales: 19 de agosto de 1994.

²Centro Regional de Investigación Quilmapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

probablemente, al aumento de la disponibilidad de este elemento por efecto de la inundación, excepto bajo una agricultura intensiva y sostenida sin la incorporación externa de fertilizantes fosfatados.

En relación con K, Chestnutt y Lowe (1970), indican que se requiere de 170 a 200 mg/kg de K disponible en el suelo para un buen establecimiento y producción de trébol blanco. Sin embargo, Ortega (1990) no encontró respuesta a K en el cultivo del arroz en los suelos de la zona, pese a los bajos niveles disponibles.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar el efecto de los elementos mencionados, especialmente P, en la producción de la pradera en el año de establecimiento y posteriormente en una temporada completa de producción. Adicionalmente, determinar la concentración de N, P, K, Ca y Mg en hojas de trébol y festuca, bajo diferentes niveles de aplicación de P y K.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se sembró en un suelo arcilloso (vertisol, serie Quella), ubicado a 10 km al noroeste de Parral, en abril de 1990. Se usó 3 y 9 kg/ha de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) tipo Ladino, variedad Regal y festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) variedad Manade, respectivamente. Se incorporó al suelo, antes de la siembra, 2.000 kg/ha de cal y se aplicó el voleo 220 kg/ha de yeso como fertilización básica, considerando la baja disponibilidad de Ca y S en estos suelos.

Los tratamientos consistieron en todas las combinaciones de 0, 30, 60 y 90 kg/ha de P (superfosfato triple) y 0, 50 y 100 kg/ha de K (muriato de K). Se agregó un tratamiento con 15 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, para tener un punto más en el cálculo de la respuesta a P. Estas dosis se aplicaron a la siembra y anualmente en otoño (P) y primavera (K). Se usó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y parcelas de 2 x 6 m.

El análisis de suelo inicial indicó que la disponibilidad de P era 4 mg/kg, la de K, 83 mg/kg, el pH 6,1 y el porcentaje de M.O., 1,7.

Se midió la producción de forraje (m.s.) por corte a 3 cm de altura, aproximadamente, una vez al mes desde septiembre-octubre a abril, y secado en horno de ventilación forzada a 85°C hasta peso constante, durante tres temporadas (1990-1993). Se separó manualmente trébol, festuca y otras especies en cada corte. Al iniciar el experimento se determinó P (Olsen y Dean, 1965), K (Chapman y Pratt, 1973), pH en agua (1: 2,5) y M.O.

(Jackson, 1964) en la estrata de 0 a 10 cm de profundidad. Posteriormente, en abril de 1991 y 1993, antes de la aplicación de P, se midió el contenido de P y K en la misma estrata. Además, se determinó N, P, K, Ca y Mg en las hojas más nuevas, totalmente expandidas, de trébol y de festuca, en enero de 1992.

Se hizo análisis de variancia para todos las variables medidas de acuerdo al diseño experimental empleado, y se determinó el efecto de P y K en la temporada de establecimiento y en la primera temporada completa de producción. No se analizó los resultados de producción de m.s. y composición botánica de la segunda temporada completa de producción, debido a que en ese período hubo problemas con el riego que afectaron los rendimientos, en algunos períodos, por déficit hídrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fósforo y potasio en el suelo

En otoño de 1991, un año después de la primera aplicación de P, la dosis de 90 kg/ha incrementó la disponibilidad de este elemento con respecto al control sin aplicación sólo en 1,6 mg/kg. En 1993, después de tres aplicaciones, la disponibilidad de P en el tratamiento con 60 kg/ha al año, también fue significativamente mayor que la del control sin aplicación, pero no alcanzó un valor apreciablemente superior, como podría esperarse después de aplicar 180 kg/ha de P a un suelo sin capacidad de retención de este elemento (Cuadro 1). Si se tiene en cuenta que la producción de este tratamiento en los tres años fue alrededor de 24 ton/ha de m.s., y asumiendo en ésta una concentración de P de 0,25% (Frame, 1992), la extracción de P sólo alcanzaría a 60 kg/ha. La extracción del tratamiento con la dosis máxima de P sería similar a la del tratamiento mencionado anteriormente y la aplicación total alcanzó a 270 kg/ha de P. Por otro lado, el testigo mantuvo su disponibilidad pese a que la extracción de P también fue alta (alrededor de 50 kg/ha en los tres años). Esto último explicaría por qué la máxima respuesta a P (kg de m.s./kg de P aplicado) se obtuvo con una aplicación de sólo entre 15 y 30 kg/ha al año (Figura 2). Así, estos suelos tendrían capacidad de entregar P a la pradera no sólo en el caso que estén sometidos a inundación durante el periodo de crecimiento, como sugiere Rojas (1992). No hubo efecto significativo de la aplicación de P en la disponibilidad de K en el suelo, pese a que ésta tendió a decrecer al aumentar la dosis de P, especialmente en 1993, debido a la mayor extracción de este elemento por la mayor producción de m.s. alcanzada por efecto de P.

CUADRO 1. Efectos principales de la aplicación de fósforo y potasio en el contenido de P y K disponibles en el suelo, en otoño de 1991 y 1993 (0-10 cm de profundidad)**TABLE 1. Main effects of phosphorus and potassium application on available P and K in soil in autumn 1991 and 1993 (0-10 cm depth)**

	Dosis de P (kg/ha)				E.E. y significancia	Dosis de K (kg/ha)			E.E. y significancia
	0	30	60	90		0	50	100	
Fósforo disponible (mg/kg)									
1991	3,2	2,7	3,2	4,8	0,33***	3,3	4,1	3,1	0,28*
1993	3,3	4,1	5,2	5,8	0,44***	4,5	5,0	4,3	0,38 N.S.
Potasio disponible (mg/kg)									
1991	102	103	100	92	6,3 N.S.	87	103	108	5,4**
1993	104	103	92	85	7,5 N.S.	75	97	116	6,5***

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001; N.S.: no significativo. E.E.: error estándar.

La aplicación de potasio no afectó, en general, la disponibilidad de P, como era de esperar, pero sí aumentó significativamente la disponibilidad de K.

Aun cuando se determinó la disponibilidad de P y K en otoño de 1992, no se presentan estos resultados por su falta de consistencia con los tratamientos, debido, probablemente, a un error cometido en el muestreo del suelo.

Producción de materia seca

Las tendencias observadas para el total de la producción (Figura 1), son el reflejo de lo ocurrido con la producción de trébol. La participación de esta última especie fue, en general, superior al 50%. Los rendimientos de festuca no se modificaron significativamente por efecto de P ó K. Al mismo tiempo, se observa que la respuesta a P, tanto de trébol como del total de la producción, aumentó significativamente al pasar de 0 a 50 kg/ha de K aplicado cuando la aplicación de P fue 60 ó 90 kg/ha. Al elevar la dosis de K a 100 kg/ha la diferencia con el control sin K no fue significativa. Esto indicaría un efecto depresivo de la dosis alta de K, lo cual llama la atención, puesto que los niveles de K disponibles en el suelo son muy inferiores a los mencionados por Chestrutt y Lowe (1970), como mínimos para un adecuado crecimiento de trébol.

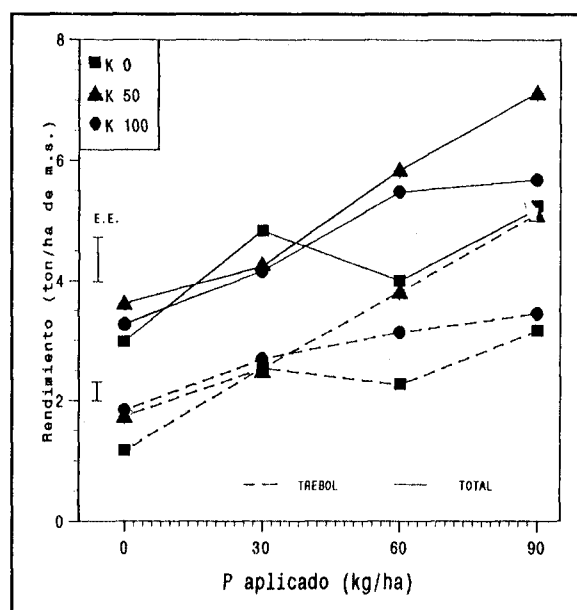


FIGURA 1. Efecto de la aplicación de fósforo, con diferentes niveles de potasio, en los rendimientos de trébol blanco puro y en el total de la producción, en la temporada de establecimiento (1990/91).

FIGURE 1. Effect of phosphorus applications, at different levels of potassium, on the D.M. yield of white clover and total herbage, in the seeding season (1990/91).

Los rendimientos alcanzados son superiores a los obtenidos por Campillo (1988), en suelos trumaos con trébol blanco/ballica perenne, probablemente, por tratarse ésta de una siembra de otoño y la otra de primavera. Ello indica que, pese a que el suelo en las áreas arroceras está saturado todo el invierno, las plántulas alcanzan cierto grado de desarrollo antes del inicio de la estación de crecimiento, propiamente tal. La respuesta a P en el experimento de Campillo (1988) fue aproximadamente la misma obtenida en este experimento hasta los 66 kg/ha de P. Más adelante, entre 66 y 98 kg/ha, se observa una caída que no ocurrió en el presente experimento cuando la dosis de K fue 50 kg/ha al año.

En la segunda temporada del experimento, primera temporada completa de producción, en una condición que podemos asumir como estabilizada, los rendimientos de trébol, festuca y total en el control sin fertilización con P y K, duplicaron los obtenidos en el año de establecimiento (Figura 2). El trébol tuvo una participación superior al 50% en el total de la m.s. y la respuesta a P, en general, inferior a la temporada de establecimiento, fue lineal en festuca y cuadrática en trébol y total. La producción máxima de trébol se alcanzó con una dosis aproximada de 45 kg/ha de P y la producción máxima del total de la m.s. con 75 kg/ha de P. Por otro lado, la respuesta máxima (kg m.s./kg de P aplicado) se alcanzó con una dosis próxima a 15 kg/ha en el caso del total del forraje. Estos últimos valores, comparados con datos equivalentes obtenidos por Acuña (1981) y Acuña, Soto y Martínez (1994), en suelos trumaos con una mezcla de trébol blanco/ballica perenne, donde la mayor respuesta a P se obtiene al pasar de 33 a 66 kg/ha de P aplicado al año, indican que en estos suelos se puede obtener mejoras importantes de la producción con dosis más bajas de P que en trumaos, pese a que su contenido de P disponible es generalmente inferior a aquéllos. Probablemente, lo anterior se relaciona con la gran diferencia en capacidad de retención de P de ambos suelos. No se observó efecto significativo de K en esta temporada, hecho que coincidiría con lo observado en arroz por Ortega (1990), a pesar de los bajos niveles de este elemento en el suelo.

Del análisis de la distribución de la producción total en la temporada de crecimiento y visualizando el efecto de P por corte (Cuadro 2), se pudo establecer que los cortes de noviembre y diciembre produjeron el mayor rendimiento, pero también la producción de octubre, enero y febrero se

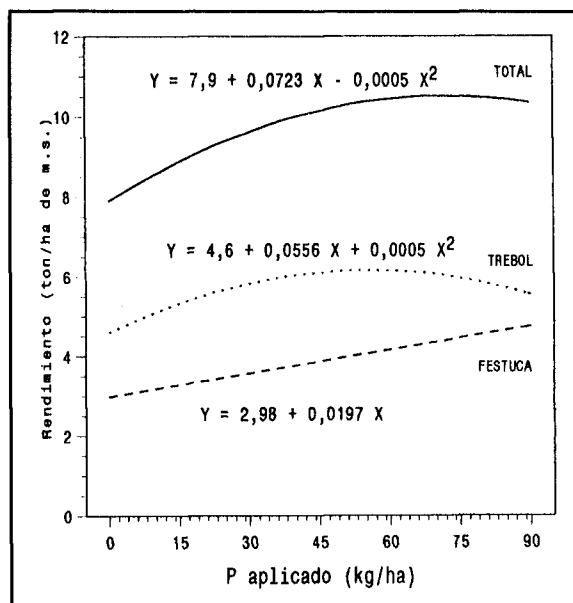


FIGURA 2. Respuesta a fósforo en rendimiento de trébol blanco, festuca y total del forraje en la primera temporada completa de producción (1991/92).

FIGURE 2. White clover, tall fescue and total herbage responses to phosphorus in the first full harvest growing season (1991/92).

mantuvo en un nivel alto. La fuerte caída de marzo obedece, exclusivamente, a una restricción de humedad durante la segunda quincena de febrero y marzo, por falta de agua de riego, debido a que en la zona, casi todos los años se suspende el suministro de agua proveniente del Embalse Digüa cuando comienza la cosecha del arroz.

Así, los rendimientos totales alcanzados en este año de producción estabilizada son aproximadamente los mismos que se han obtenido en suelos trumaos (Acuña, 1981 y Acuña, Soto y Martínez, 1994), sin problemas tan acentuados (textura, estructura, profundidad, fertilidad) como los de la zona arroceras. Ello, permite afirmar que el potencial de estos suelos en producción de forraje, con praderas permanentes como la estudiada en el presente experimento, es alto. Con toda seguridad al elevar los niveles de P, y probablemente, de otros elementos como S y Ca en el suelo, por la aplicación sostenida de cantidades moderadas de fertilizantes a estas praderas, año a año, se logrará mejorar sustancialmente la fertilidad y los rendimientos posibles de alcanzar, siempre que el manejo de la pradera en relación con su uso en pastoreo y con el abastecimiento de agua de riego sea el adecuado. La situación con respecto a K necesita ser estudiada con más detenimiento.

CUADRO 2. Efecto de la aplicación de fósforo en los rendimientos de m.s. total (kg/ha) por cortes en la primera temporada completa de producción (1991/92)**TABLE 2. Effect of phosphorus application on the total D.M. yield (kg/ha) per cuts in the first full harvest growing season (1991/92)**

Dosis de P (kg/ha)	Fechas de corte						Total
	03.10.91	07.11.91	11.12.91	08.01.92	13.02.92	31.03.92	
0	1.007	1.734	1.475	1.067	1.538	747	7.567
30	1.757	2.222	2.034	1.203	1.718	783	9.717
60	1.417	2.380	2.180	1.406	1.764	719	9.866
90	1.676	2.483	2.460	1.432	1.865	796	10.712
E.E. y significancia	227,9*	81,9**	86,1***	100,0*	102,2 N.S.	61,7 N.S.	461,1***
Media	1.464	2.205	2.037	1.277	1.721	761	9.465

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001; N.S.: no significativo; E.E.: error estándar.

Los resultados del tercer año, que no son analizados por las razones dadas anteriormente, mostraron tendencias generales similares a 1991/92, pero disminuyó notablemente la participación de trébol blanco, alcanzando sólo alrededor de 20 a 25%, y aumentó la participación de festuca, con respecto a la temporada anterior.

Concentración de elementos en hojas de trébol y festuca

Teniendo presente la posibilidad de usar la concentración (% b.m.s.) de N, P, K, Ca y Mg en hojas de trébol y festuca (Cuadro 3), con fines de diag-

nóstico de deficiencias o pronóstico de productividad se utilizó la hoja más nueva totalmente expandida, en lugar de considerar el total del follaje. Así, se independiza la medición de cambios de estados fenológicos u otros que afectan la composición química de la planta completa, notoriamente más que la de hojas de la misma edad.

Los valores promedios de concentración de N y P obtenidos son marcadamente más bajos, en algunos casos equivalentes sólo al 50%, que los obtenidos en trébol blanco y ballica perenne por Acuña (1988) y Wilman, Acuña y Michaud (1994).

CUADRO 3. Efecto de la aplicación de fósforo en la concentración (% b.m.s.) de N, P, K, Ca y Mg en hojas de trébol blanco y festuca (la hoja más nueva totalmente expandida). Enero de 1992**TABLE 3. Effect of phosphorus applications on the concentration (% DM basis) of N, P, K, Ca and Mg in leaves of white clover and tall fescue (the youngest leaf fully expanded). January 1992**

Dosis de P (kg/ha)					
	N	P	K	Ca	Mg
	Trébol				
0	2,38	0,15	1,87	1,12	0,23
30	2,55	0,17	1,69	1,17	0,24
60	2,43	0,18	1,74	1,24	0,24
90	2,45	0,20	1,63	1,27	0,25
E.E. y significancia	0,081 N.S.	0,005***	0,044***	0,030**	0,005**
Media	2,45	0,18	1,73	1,20	0,24
	Festuca				
0	1,88	0,24	2,73	0,33	0,26
30	1,86	0,29	2,68	0,37	0,25
60	1,88	0,32	2,66	0,36	0,26
90	1,90	0,35	2,61	0,34	0,24
E.E. y significancia	0,39 N.S.	0,008***	0,086 N.S.	0,017 N.S.	0,008 N.S.
Media	1,88	0,30	2,67	0,35	0,25

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001; N.S.: no significativo; E.E.: error estándar.

Lo mismo ocurre con la concentración de Ca en la gramínea. Esto podría deberse a la baja fertilidad del suelo, especialmente en relación a P y K, a la época de muestreo (enero), que coincide con el período de temperaturas más altas que afectan el crecimiento y las hojas pudieron estar en un estado de madurez más avanzado que hojas de la misma edad en otra época del año, o a un posible error de muestreo, en el sentido de seleccionar hojas que podrían corresponder a la segunda hoja totalmente expandida.

La aplicación de P aumentó significativamente la concentración de P, Ca y Mg en las hojas de trébol, en forma sostenida entre 0 y 90 kg/ha de P aplicado, y disminuyó aproximadamente en la misma forma la concentración de K. Estas tendencias coinciden con lo informado por los autores antes citados (Acuña, 1988 y Wilman, Acuña y Michaud, 1994), quienes observaron, además, aumentos significativos en la concentración de N y Na al aumentar la dosis de aplicación de P.

En el caso de festuca sólo hubo un incremento altamente significativo de la concentración de P por efecto de la aplicación al suelo de este elemento.

La aplicación de K no afectó significativamente la concentración de los elementos mencionados en hojas de trébol y festuca.

CONCLUSIONES

La aplicación de dosis crecientes de P, hasta 90 kg/ha al año, sólo aumentó el contenido de P del suelo de 3 a 5 mg/kg, aproximadamente, el primer año y de 3 a 6 mg/kg, en el segundo año.

La máxima respuesta (kg m.s./kg de P aplicado) a la aplicación de P en el segundo año de la pradera (primera temporada completa de producción), se obtuvo con una dosis máxima a 15 kg/ha de P, si se considera sólo la producción de m.s. de trébol, y de 30 kg/ha de P para el caso del total del forraje producido (trébol más festuca y otras especies).

La producción total anual de la pradera en este tipo de suelo, con la dosis más alta de P, se aproximó a 11 ton/ha de m.s. la primera temporada completa de producción.

RESUMEN

El experimento se estableció en un suelo arcilloso (vertisol) de drenaje restringido de la zona arrocería de Parral (VII Región), en otoño de 1990. Se sembró trébol blanco (*Trifolium repens* L.), tipo Ladino variedad Regal (3 kg/ha) y festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) variedad Manade (9 kg/ha). Los tratamientos correspondieron a la combinación factorial de 0, 30, 60 y 90 kg/ha de P (superfosfato triple) y 0, 50 y 100 kg/ha de K (muriato de potasio) más un tratamiento con 15 y 100 kg/ha de P y K, respectivamente. Estas dosis se aplicaron a la siembra y anualmente en otoño (P) y primavera (K). Se usó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones en parcelas de 2 x 6 m. Antes de la siembra se aplicó 2.000 kg/ha de cal y 220 kg/ha de yeso. Se midió P y K disponible en el suelo al iniciar el experimento y pos-

teriormente en abril de 1991 y 1993, y la producción de m.s. total y por especie. Los bajos niveles de P y K en el suelo se incrementaron levemente al aumentar las dosis de aplicación de estos elementos. Los rendimientos de m.s. subieron de 3,3 a 6,0 y de 7,6 a 10,7 ton/ha en la primera y segunda temporada, respectivamente, al subir el P aplicado de 0 a 90 kg/ha. La respuesta fue aproximadamente lineal, en 1990/91, y cuadrática, en 1991/92, con una pendiente máxima entre 15 y 30 kg/ha. La interacción P x K fue significativa, en 1990/91, y no hubo efecto de K, en 1991/92.

Palabras claves: trébol blanco, *Trifolium repens*, festuca, *Festuca arundinacea*, aplicación de P y K, suelos arcillosos.

LITERATURA CITADA

ACUÑA P., H. 1981. Dosis de sulfato de potasio con tres niveles de fósforo en una pradera de trébol blanco (*Trifolium repens*)/ballica inglesa (*Lolium perenne*). Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Sexta Reunión Anual. 20-21 agosto, Santiago, Chile. p.: 12. (Resumen).

ACUÑA P., H. 1988. Effects of cutting height, phosphorus and irrigation on white clover and perennial ryegrass in a mixed sward. University College of Wales, Aberystwyth. 240 p. (Ph.D. Thesis).

- ACUÑA P., H., SOTO O., P. y MARTÍNEZ R., G. 1994. Respuesta de una pradera de trébol blanco/ballica perenne a la fertilización con fósforo, potasio y azufre. *Agricultura Técnica (Chile)* 54: 277-282.
- CAMPILLO R., R. 1988. Respuesta al carbonato de calcio y a la fertilización fosfatada de la mezcla de ballica perenne/trébol blanco, en un Andisol. *Producción y evolución botánica. Agricultura Técnica (Chile)* 48: 312-319.
- CAMPILLO R., R. y SADZAWKA R., A. 1992. Influencia del carbonato de calcio y dosis de fósforo sobre una pradera permanente. Evolución de parámetros productivos y químicos del suelo. *Agricultura Técnica (Chile)* 52: 381-387.
- CHAPMAN, N.D. y PRATT, P.A. 1973. *Métodos de análisis de suelos, plantas y aguas*. Editorial Trillas, México. 195 p.
- CHESTNUTT, D.M.B. and LOWE, J. 1970. Agronomy of white clover/grass swards: a review. In: Lowe, J. (ed.). *White clover research. Occasional Symposium N° 6*, British Grassland Society, Hurley, U.K. p.: 191-213.
- FRAME, J. and NEWBOULD, P. 1986. *Agronomy of white clover*. *Advances in Agronomy Vol. 40*: 1-88.
- FRAME, J. 1992. *Improved grassland management*. Farming Press. United Kingdom. 350 p.
- JACKSON, M. L. 1964. *Análisis químico de suelos*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. p.: 67-90.
- KLEE G., G. y SEPULVEDA P., C. 1989. *Sistemas de producción de los agricultores arroceros*. Convenio INIA-FNDR VII Región-IRM. Estación Experimental Quilamapu. 62 p.*
- OLSEN, S. R. y DEAN, L. A. 1965. Phosphorus. En: Black, C.A. (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2*. American Society of Agronomy. p.: 1.035-1.049.
- ORTEGA B., R. ALVARADO A., R. y BELMAR N., C. 1992. Efecto de la fertilización N-P-K en la severidad de la pudrición del tallo (*Sclerotium hydrophilum* Sacc.) en arroz. *Agricultura Técnica (Chile)* 52: 162-169.
- ROJAS W., C., BELMAR N., C. y GRAU B., P. 1992. Diagnóstico de deficiencias nutritivas en suelos bajo cultivo de arroz. II. Efecto sobre rendimiento de grano y algunas variables agronómicas. *Agricultura Técnica (Chile)* 52: 181-186.
- WILMAN, D.; ACUÑA P., H. y MICHAUD, P. J. 1994. Concentrations of N, P, K, Ca, Mg y Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science: Volume 40*, 422-428.

*La información contenida en este documento sólo es accesible a través de sus autores o autoridades de INIA.