

NIVELES DE AZUFRE EN ESTABLECIMIENTO DE LA MEZCLA DE TREBOL ROSADO CON BALLICA TETRONE EN LA PROVINCIA DE ARAUCO¹

Sulphur levels for the establishment of a red clover x Tretone ryegrass mixture in Arauco

Hernán Acuña P.², Hernán Chamorro G.³

SUMMARY

The effect of four sulphur levels (0, 20, 40, 80 kg/ha), applied at planting as Na₂SO₄, on the dry matter (D.M.) production of the mixture was studied in a complete randomized blocks design, with four replicates.

The planting was in autumn 1981, in lines at 20 cm, with 12 kg/ha of red-clover cv. Quiñequeli and 20 kg/ha of italian ryegrass cv. Tetrone. A basic fertilization with 65.5 kg/ha of P, 41.5 kg/ha of K and 32 kg/ha of N was applied in lines, under the seed. Two cuttings were done each season and D.M. and botanical composition determined. Total D.M. production varied between 2.7 and 3.5 ton/ha the first season and 7.2 and 7.8, the second. Total yield was significantly larger only at the highest sulphur rates on the second cutting of the first year. However, red-clover production increased significantly ($P \leq 0.01$) in a lineal fashion between 0 and 80 kg/ha of sulphur, in both seasons. Ryegrass yield did not show differences the first year and decreased significantly ($P \leq 0.01$) the second year, with the increment of sulphur rate.

INTRODUCCION

En la mayor parte de los suelos cultivables de la provincia de Arauco la pradera de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.), solo o en mezcla con ballica italiana (*Lolium multiflorum* Lam.), forma parte de la rotación, ocupando el suelo por dos a tres años. Aplicaciones de sulfato de potasio a la mezcla no mejoraron la producción total de forraje, pero incrementaron la participación del trébol (Acuña y Martínez, 1979). Ello hizo suponer un efecto positivo de la fertilización con azufre en la leguminosa.

El trabajo de Schenkel y otros (1982) describe la intensidad de la deficiencia de dicho elemento en la zona e indica que ella está en tercer lugar de importancia, después de fósforo y potasio, por lo que en mu-

chos sectores hay que considerar la aplicación de azufre al suelo, cuando se pretende obtener elevados rendimientos.

Barahona (1959) realizó experiencias en diferentes regiones del país, con respuestas positivas al azufre en trébol subterráneo. También ha sido descrita la respuesta al azufre de los tréboles subterráneos en los suelos graníticos de Cauquenes (INIA, 1970). En general, los tréboles y la alfalfa tienen altos requerimientos de azufre comparados con otras especies forrajeras. El trébol rosado, según Seim, Caldwell y Rehm (1969), extrae 30 a 40 kg de azufre, cuando tiene una producción de 8 toneladas/ha.

Diferentes fuentes de azufre han sido utilizadas como fertilizantes en praderas: azufre elemental, sulfato de calcio, sulfato de sodio, etc. En Canadá, Cairns y Carson (1961) encontraron que el sulfato de sodio es más efectivo que el de calcio y éste mejor que el azufre elemental en la fertilización de alfalfa. Jones y Ruckman (1966), en California, determinaron que 45 kg/ha de azufre, aplicados como sulfato de calcio, cubren las necesidades de una pradera de trébol subterráneo/falaris por un año, en tanto que aplicados como azu-

¹ Recepción de originales: 22 de noviembre de 1984.

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

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

³ Uribe 863, Cafete, Chile.

fre elemental, son suficientes para dos años. En Chile se ha observado que 50 a 100 kg/ha de azufre serían necesarios para dos años, en este tipo de praderas y suelos graníticos (Acuña y otros, 1982). Bardsley y Howar (1956), también señalan que el azufre elemental tiene ventajas sobre el sulfato de calcio, en la fertilización de trébol blanco.

Los objetivos del presente experimento fueron determinar la respuesta al azufre, aplicado a la siembra, de una pradera de trébol rosado con ballica italiana en producción total de materia seca y por especie.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental Puyehue (INIA), ubicado aproximadamente a 10 km al sur de Cañete por el camino a Tirúa (37° 54' lat. Sur; 73° 24' long. W); el suelo es rojo-arcilloso (Rojas, 1980) y está ubicado en una terraza litoral de posición intermedia. La fertilidad, al momento de la siembra, determinada mediante análisis químico de muestras tomadas a una profundidad de 0-20 cm, se indica en el Cuadro 1.

La siembra se realizó la primera quincena de mayo de 1981, en líneas a 20 cm, con una dosis de semilla de 12 kg/ha de trébol rosado cv. Quiñequeli y 12 kg/ha de ballica italiana cv. Tetrone. La semilla de trébol se inoculó con el *Rhizobium* específico. Se usó una fertilización básica de 65,5 kg/ha de P (150 de P₂O₅; superfosfato triple); 41,5 kg/ha de K (50 de K₂O; cloruro de potasio) y 32 kg/ha de N (salitre sódico), aplicada en líneas bajo las semillas.

Los tratamientos fueron: 0, 20, 40 y 80 kg/ha de S, en la forma de sulfato de sodio (22% de S). Las parcelas experimentales fueron de 12 m² (3 x 4) y el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

Las evaluaciones de producción se realizaron mediante cortes con barra segadora, en dos oportunidades cada temporada de crecimiento. Se hizo análisis botánico, mediante separación manual, y se determinó con-

tenido de m.s., en horno de ventilación forzada a 70° C, hasta peso constante.

Finalmente, se realizó análisis de variancia y de regresión para establecer relaciones entre dosis de azufre y producción de m.s., de la mezcla y los componentes.

La zona tiene una caída pluviométrica promedio de 1.300 mm anuales, de los cuales alrededor de 1.000 caen en los meses de mayo a septiembre, inclusive. Existe un período seco de aproximadamente tres meses (enero, febrero y marzo), aun cuando hay precipitaciones de verano y la humedad relativa es alta. En dicho período, el trébol rosado y la ballica italiana no presentan crecimiento, pero persisten en buenas condiciones. En tales circunstancias, es posible dar solamente dos cortes a esta mezcla en cada temporada (primavera y comienzos del verano), por cuanto el crecimiento de otoño es muy escaso.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presenta la producción de m.s. de la mezcla en la primera temporada. Se puede observar que no hay diferencias significativas en el primer corte y, en el segundo, sólo la dosis de 80 kg/ha de azufre es diferente al testigo sin azufre. En el total de la temporada, la dosis más alta de azufre produjo 800 kg/ha más que el testigo, siendo este tratamiento igual estadísticamente a la dosis de 40 kg/ha. Estos rendimientos son normales para un primer año de esta mezcla en la zona; al parecer, el menor desarrollo radicular del primer año la hace más susceptible al déficit de humedad de la primavera y, por lo tanto, no expresa su potencial de producción, sino al segundo año.

En la segunda temporada (Cuadro 3) los rendimientos en m.s. de la mezcla alcanzaron alrededor de 4 ton/ha en el primer corte y poco más de 3 ton/ha en el segundo, lo que hace un total anual equivalente a los

CUADRO 2. Rendimiento de la mezcla (ton m.s./ha) en la primera temporada 1981-1982

TABLE 2. Yield (Ton D.M./ha) of the pasture during the first season 1981-1982

S (kg/ha)	1er. corte 13.10.81	2do. corte 03.02.82	Total
0	1,08 a	1,67 b	2,75 bc
20	1,07 a	1,65 b	2,72 b
40	1,31 a	1,91 b	3,22 ab
80	1,10 a	2,45 a	3,55 a

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

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

TABLE 1. Initial soil fertility at the experimental site

pH	5,4
N (ppm)	14,0
P (ppm)	10,0
K (meq/100 g)	0,88
M.O. (%o)	4,8

CUADRO 3. Rendimiento de la mezcla (ton m.s./ha) en la segunda temporada 1982—1983**TABLE 3. Yield (Ton D.M./ha) of the pasture the second season 1982—1983**

S (kg/ha)	1er. corte 04.11.82	2do. corte 12.01.83	Total
0	3,85 a	3,36 a	7,21 a
20	3,81 a	3,34 a	7,15 a
40	4,22 a	3,26 a	7,48 a
80	4,24 a	3,58 a	7,82 a

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

rendimientos alcanzados en diversos trabajos realizados en la zona con esta mezcla, a partir del segundo año (Acuña y otros, 1982). No hubo diferencias entre los tratamientos.

La contribución de otras especies (Cuadro 4) fue mayor en el primer año, alcanzando en algunos tratamientos, valores de alrededor del 40%. En la segunda temporada, el tratamiento con mayor cantidad de especies no sembradas fue el con 40 kg/ha de S, alcanzando éstas una contribución del 18%.

Al analizar separadamente la producción de trébol, se observó un incremento de la producción de m.s. de esta especie, con la aplicación de azufre, en las cuatro evaluaciones, como puede observarse en el Cuadro 5. Al hacer un análisis de regresión (Figura 1) para cada temporada y para la suma de las dos, se pudo visualizar una respuesta lineal significativa ($P: 0,01$, Prueba de F) del trébol al incrementar las dosis de azufre. Con 80 kg/ha de este elemento, a la siembra, se obtuvo 81% más de producción el primer año; 23% en el segundo y 30% en la producción de los dos años. El tipo de respuesta, hace suponer que es posible seguir aumentando los rendimientos, al seguir aumentando las dosis de azufre.

CUADRO 4. Contribución de "otras especies" al rendimiento total en las dos temporadas**TABLE 4. "Other species" contribution to the total yield, in both seasons**

S (kg/ha)	1981—1982		1982—1983	
	ton m.s./ha	%	ton m.s./ha	%
0	1,37 b	33	0,95 b	12
20	1,89 a	41	0,52 c	7
40	2,15 a	39	1,49 a	18
80	1,32 b	27	0,51 c	6

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

El análisis de la producción de m.s. de ballica se presenta en la Figura 2. Se puede ver que fue de alrededor de 2 ton/ha en todos los tratamientos durante la primera temporada, es decir, alrededor del doble de la producción de trébol. Sin embargo, en la segunda temporada los rendimientos de ballica se mantuvieron sólo en el tratamiento sin azufre y disminuyeron en forma cuadrática, al aumentar las dosis de este elemento. Esto último sería consecuencia de la competencia creciente del trébol, al aumentar las dosis de azufre, más que un efecto negativo directo del azufre sobre la ballica.

El efecto del azufre observado en la producción de trébol, en mezcla con ballica, es de un nivel que justifica la fertilización con este elemento en estas praderas. Se puede asumir que la respuesta del trébol sembrado solo sería mayor, debido a la ausencia de competencia por parte de la ballica.

La alta caída pluviométrica de la zona, la gran concentración de la lluvia en el invierno y el buen drenaje del suelo, hacen suponer una alta movilización del azufre hacia las estratas inferiores del suelo, de acuerdo a lo planteado por Schenkel y otros (1972), en re-

CUADRO 5. Rendimientos de trébol rosado puro por corte (ton m.s./ha)**TABLE 5. Red clover yield (Ton D.M./ha) in each cutting**

S (kg/ha)	Primera Temporada		Segunda Temporada	
	1er. corte 13.10.81	2do. corte 03.02.82	1er. corte 04.11.82	2do. corte 12.01.83
0	0,26 b	0,51 c	2,55 b	2,83 a
20	0,31 a	0,65 bc	3,00 a	3,11 a
40	0,37 a	0,75 b	3,34 a	3,07 a
80	0,38 a	1,00 a	3,42 a	3,37 a

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

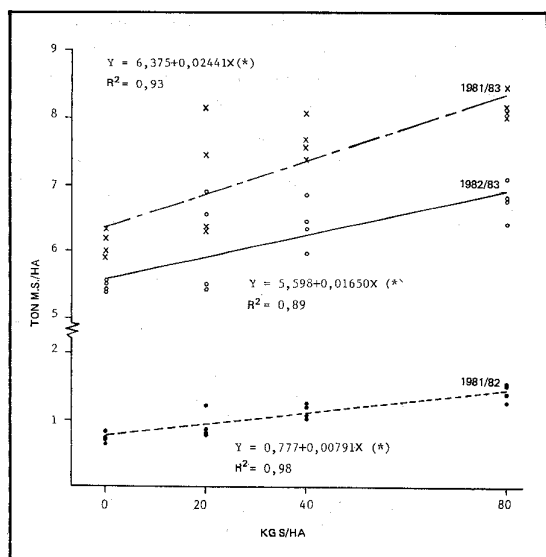


FIGURA 1. Respuesta del trébol rosado a S aplicado al establecimiento. * $P \leq 0,01$, Prueba de F.

FIGURE 1. Red clover response to S levels. * $P \leq 0,01$, F test.

lación a la lixiviación del azufre en suelos bien drenados de la zona sur del país. Por otro lado, si se tiene en cuenta que el azufre se aplicó como sulfato inorgánico (SO_4Na_2), se refuerza la idea de una pérdida elevada, como se puede deducir del trabajo de Jones y Ruckman (1966), citado en la Introducción. Lo anterior puede ser una explicación del tipo de respuesta obtenida en este estudio, al utilizar dosis que pueden considerarse suficientes como para producir un quiebre de la curva.

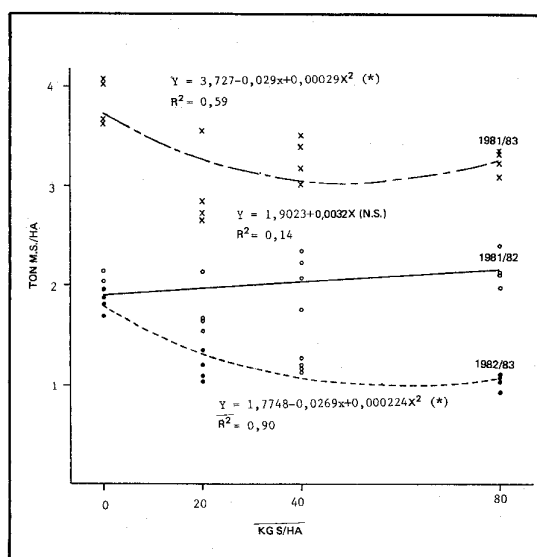


FIGURA 2. Respuesta de la ballica a S aplicado al establecimiento. * $P \leq 0,01$, Prueba de F.

FIGURE 2. Ryegrass response to S levels. * $P \leq 0,01$, F test.

Desde este punto de vista, la aplicación del total de la dosis a la siembra, no sería lo más adecuado, por cuanto hay dos temporadas de alta pluviometría antes del período de máxima extracción (segunda temporada de producción). Por lo tanto, sería necesario estudiar la aplicación parcializada del azufre en estas condiciones o hacer aplicaciones combinadas de azufre elemental y sulfato, como se hace en algunas regiones húmedas de Nueva Zelanda y Australia (Tisdale y Nelson, 1970).

RESUMEN

En un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, se estudió el efecto de cuatro niveles de azufre (0, 20, 40, 80 kg/ha), aplicados a la siembra como sulfato de sodio, en la producción de materia seca (m.s.), durante dos temporadas. La siembra se hizo en otoño de 1981, en líneas a 20 cm, con 12 kg/ha de trébol rosado Quiñequeli y 12 kg/ha de ballica italiana Tetrone. Se usó una fertilización básica de 65,5 kg/ha de P, 41,5 kg/ha de K y 32 kg/ha de N, aplicada en líneas, bajo la semilla. Se efectuó dos cortes en cada temporada y se determinó producción de m.s. y composición botánica.

La producción total de la mezcla varió entre 2,7 y 3,5 ton/ha, en la primera temporada, y entre 7,2 y 7,8, en la segunda, presentando rendimientos significativamente mayores con las dosis altas de azufre sólo el 2do. corte del primer año. Sin embargo, la producción de trébol se incrementó significativamente ($P \leq 0,01$) en forma lineal entre 0 y 80 kg/ha de azufre, en ambas temporadas. La ballica no presentó diferencias de rendimiento el primer año y disminuyó significativamente ($P \leq 0,01$) su producción, en el segundo año, al aumentar la dosis de azufre.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA P., H. y MARTINEZ R., G. 1979. Fertilización potásica en la mezcla de trébol rosado con ballica Tetrone en Cañete. Informe Técnico 1978/79, Area de Producción Animal, Estación Experimental Quilamapu, INIA. p: 169—171.
- ACUÑA P., H.; AVENDAÑO R., J.; SOTO O., P. y OVALLE M., C. 1982. Praderas de Secano en las regiones del Maule y Biobío. Boletín Técnico N° 54 (15 Qu). Estación Experimental Quilamapu (INIA), Chillán, Chile. 106 p.
- BARAHONA S., J. 1959. Ensayos de abonos con azufre y fósforo en praderas. Simiente (Chile) 29: 16—17.
- BARDSELY, C.E. and HOWARD, V.I. 1956. Sulphur availability in seven Southeastern soils as measured by growth and composition of white clover. Agronomy Journal 49: 310—312.
- CAIRNS, R.R. and CARSON, R.B. 1961. Effect of sulphur treatments on yield and nitrogen and sulphur content of alfalfa grown on sulphur-deficient and sulphur-sufficient grey wooded soils. Canadian J. Plant Science 41: 709—714.
- INIA—Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1970. Investigación Agropecuaria, Santiago. p.: 208.
- JONES, M.B. and RUCKMAN, J.E. 1966. Gypsum and elemental sulphur as fertilizers on annual grassland. Agronomy J. 58: 409—412.
- ROJAS W., R. 1980. Proyecto de investigación y divulgación agropecuaria para la provincia de Arauco 1977—1980. Estación Experimental Quilamapu (INIA), Chillán. p.: 37—40.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H. y GAJARDO M., M. 1982. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XXII. Macronutrientes, provincia de Arauco. Agricultura Técnica (Chile) 42 (1): 31—54.
- SCHENKEL S., G.; BAHERLE V., P.; FLOODY A., H. y GAJARDO M., M. 1972. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. X. Macronutrientes, provincia de Osorno. Agricultura Técnica (Chile) 32 (2): 99—111.
- SEIM, E.C.; CALDWELL, A.C. and REHM, G.W. 1969. Sulphur responses by alfalfa (*Medicago sativa*) on a sulphur deficient soil. Agronomy J. 61: 368—371.
- TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Montaner y Simon, Barcelona, España. p.: 331.