

AZUFRE Y NITROGENO EN LA IMPLANTACION DE PASTURAS PERENNES EN LA REGION DE LA PAMPA ARENOSA ARGENTINA

M DIAZ-ZORITA¹, M V FERNANDEZ-CANIGIA²

¹EEA INTA Gral. Villegas- CC 153 (6230) Gral. Villegas (Buenos Aires), Argentina. e-mail = zorita@inta.gov.ar² Fac. Agronomía - UNLPam Santa Rosa (La Pampa), Argentina

SULFUR AND NITROGEN IN PERMANENT PASTURES IMPLANTATION IN THE ARGENTINEAN SANDY PAMPEAN REGION

Nitrogen, phosphorus and sulfur have been described as mineral nutritional limiting factors for crop and composite pastures (legumes and grasses) production in the Sandy Pampean Region, Argentina. We performed an experiment to study the effects of nitrogen fertilization with urea or ammonium sulphate on a pasture during the implantation in soils without phosphorus deficiency. The assay was carried out in two soils classified as Entic Hapludolls and Entic Haplustolls. Nitrogen fertilization treatments (21 and 42 kg ha⁻¹) were applied as urea or ammonium sulphate before pasture sowing. Dry matter production and total nitrogen, phosphorus and sulfur tissue contents were evaluated before the first and the third grazing period. Nitrogen fertilization increases initial alfalfa dry matter production. The application of ammonium sulphate increases the number of alfalfa nodules.

Key words: Fertilization - Alfalfa - Ammonium sulfate - Urea - Nodulation

INTRODUCCION

Las pasturas perennes de gramíneas (*Festuca arundinacea* Schreber, *Phalaris tuberosa* L., etc.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) constituyen la base de los sistemas productivos de la Región de la Pampa Arenosa Argentina, tanto para la alimentación animal como para la recuperación de la fertilidad de los suelos. Estos, en general, presentan bajos contenidos de materia orgánica, texturas gruesas y pH neutro a ligeramente ácido. Según Culot (1986), suelos de esta región con niveles de azufre disponible inferiores a 16 mg kg⁻¹ son considerados deficientes en este elemento. La aplicación de sulfato de amonio, junto con una adecuada provisión de fósforo en el momento de la siembra, incrementa significativamente la producción de pasturas de alfalfa y festuca con respecto a la condición sin fertilizar (Bono *et al.* 1997).

En relación con el agregado de nitrógeno, diversos estudios en pasturas perennes con leguminosas muestran resultados contradictorios, dependiendo de la dosis y fuente de fertilizante y del tipo de suelo (Kunelius, 1974; Undersander *et al.* 1995). La aplicación inicial de este nutriente permitiría el mejoramiento de las condiciones de nutrición nitrogenada antes del inicio de la activa fijación simbiótica del nitrógeno. El uso de fuentes combinadas de nutrientes tales como el sulfato de amonio mejoraría la producción inicial de las pasturas en suelos con niveles de fósforo no limitantes. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos del agregado de nitrógeno como urea o sulfato de amonio sobre la producción de materia seca y la nodulación en implantación de pasturas de alfalfa y gramíneas perennes

en suelos representativos de la Región de la Pampa Arenosa.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron dos sitios característicos de la Región de la Pampa Arenosa ubicados en Rivadavia (Buenos Aires) y Catriló (La Pampa), con suelos clasificados como Hapludoles Enticos y Haplustoles Enticos, respectivamente. Con anterioridad a la siembra de las pasturas se aplicaron 20 kg ha⁻¹ de fósforo como superfosfato triple y en la siembra, incorporados en banda en el suelo, se aplicó urea en dos dosis (21 y 42 kg ha⁻¹ de nitrógeno) y sulfato de amonio en dosis iguales de nitrógeno, aportando 24 y 48 kg ha⁻¹ de azufre. Se mantuvo un tratamiento sin fertilizar (testigo). La pastura en Rivadavia fue sembrada el 19 de abril de 1996 y estuvo compuesta por alfalfa var P 5683 y falaris como especies perennes y avena (*Avena sativa* L.). La pastura en Catriló se sembró el 8 de mayo de 1996 y estuvo compuesta sólo por especies perennes, alfalfa var WL 457 y festuca.

Cada sitio, en el momento de la siembra, fue caracterizado edáficamente (capas de 0-20 y 20-40 cm de profundidad) determinándose el contenido de carbono orgánico total (Walkley y Black), nitrógeno total (Kjeldahl), azufre total (Tabatabai 1982), sulfatos extractables con acetato de amonio (Turbidimetría), fósforo extractable (Bray Kurtz 1), pH (1:2.5, en agua, potenciométricamente), capacidad de intercambio catiónico (desplazamiento con NH₄-acetato a pH 8.2) y los niveles de calcio, magnesio y potasio intercambiables (Tabla 1).

La producción de forraje (biomasa aérea seca) de las especies componentes de las pasturas y de las malezas se estimó por cortes de cinco m² en cada parcela con anterioridad al primer y tercer pastoreo, noviembre de 1996 y enero de 1997 respectivamente. En estas muestras se determinó su contenido total de nitrógeno (Kjeldahl), fósforo y azufre por digestión húmeda con HNO₃ y HClO₄ y posterior análisis con espectrómetro de emisión por plasma Shimadzu ICP 1000-III. La extracción total de nutrientes se estimó como la suma de los productos entre la concentración de cada elemento y la producción de materia seca del componente de la pastura correspondiente. Con anterioridad

Tabla 1. Propiedades edáficas iniciales de los dos sitios estudiados en la Región de la Pampa Arenosa. CO = carbono orgánico, NT = nitrógeno total, ST = azufre total, PE = fósforo extractable, SE = azufre extractable, K = potasio intercambiable, Mg = magnesio intercambiable, Ca = calcio intercambiable, CIC = capacidad de intercambio catiónico.

Sitio	Prof. (cm)	CO (%)	NT	ST	PE (mg kg ⁻¹)	SE	K	Mg	Ca	CIC (meq 100g ⁻¹)	pH
Rivadavia	0-20	1,21	0,088	216	23	11	1,7	1,9	5,1	11,0	6,5
	20-40	0,86	0,058	187	18	7	1,7	1,9	4,8	11,0	6,5
Catriló	0-20	1,25	0,070	174	32	17	1,7	1,6	5,2	8,5	6,2
	20-40	0,60	0,044	147	21	12	1,7	1,6	5,3	8,6	6,3

al primer pastoreo se evaluó la nodulación de las plantas de alfalfa determinándose el número por planta y la materia seca individual de nódulos hasta 30 cm de profundidad en 15 plantas tomadas al azar en cada parcela.

El diseño de los ensayos en cada sitio fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por sitio y parcelas de 300 m². Los resultados fueron evaluados por ANOVA y prueba de diferencias de medias de Tukey (Analytical Software 1996). La extracción total de nutrientes no fue evaluada estadísticamente porque el error experimental del producto de dos variables es muy elevado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Si bien la información disponible no fue suficiente para detectar diferencias en la producción de las malezas o de la gramínea anual entre tratamientos de fertilización, las aplicaciones de nitrógeno promovieron a una mayor producción media de la alfalfa en la primer evaluación en ambos sitios (Figura 1). Hannaway y Shuler (1993) sugieren que cuando cultivos de alfalfa son establecidos

en suelos con temperaturas menores a 15,6°C, durante varias semanas después de la siembra, es factible lograr aumentos en la producción de materia seca y en los contenidos de nitrógeno por fertilización con este elemento, posiblemente por la reducción en la nodulación con temperaturas de suelo inferiores a 15°C (Duke, Doeblert 1981). Niveles térmicos medios similares e inferiores a los citados se observaron entre los meses de mayo y septiembre en ambos sitios.

En el segundo corte de evaluación se detectaron interacciones entre sitios y tratamientos de fertilización por lo que se planteó el análisis por separado en cada ambiente. La información disponible no fue suficiente para detectar diferencias en la producción de materia seca de la alfalfa ni de las gramíneas perennes en Catriló y en las gramíneas perennes en Rivadavia. En cambio, en esta localidad, el agregado de nitrógeno en dosis de 21 o 42 kg ha⁻¹ como sulfato de amonio o de 42 kg ha⁻¹ como

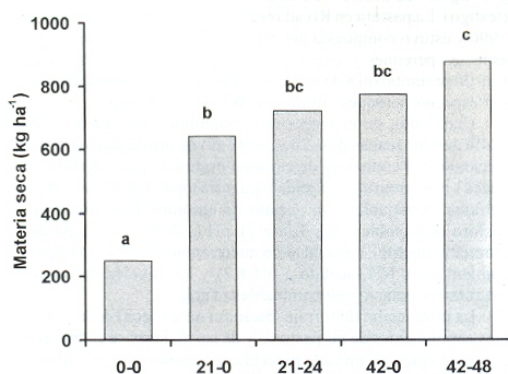


Figura 1. Producción media inicial de materia seca de alfalfa fertilizada con nitrógeno y azufre en dos sitios de la Región de la Pampa Arenosa. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$). 0-0 = Testigo sin fertilizar. 21-0 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 21-24 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 24 kg ha⁻¹ de azufre. 42-0 = Fertilizado con 42 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 42-48 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 48 kg ha⁻¹ de azufre.

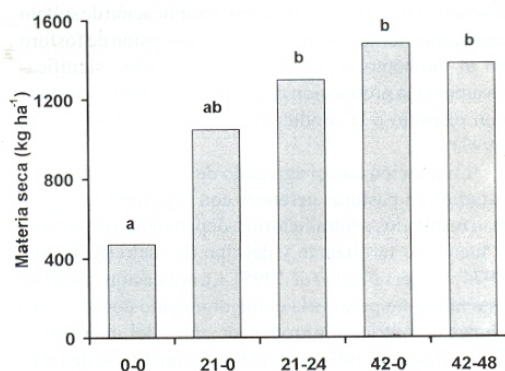


Figura 2. Producción de materia seca de alfalfa fertilizada con nitrógeno y azufre en Rivadavia (Buenos Aires). Evaluación antes del tercer pastoreo, enero 1997. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,01$). 0-0 = Testigo sin fertilizar. 21-0 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 21-24 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 24 kg ha⁻¹ de azufre. 42-0 = Fertilizado con 42 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 42-48 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 48 kg ha⁻¹ de azufre.

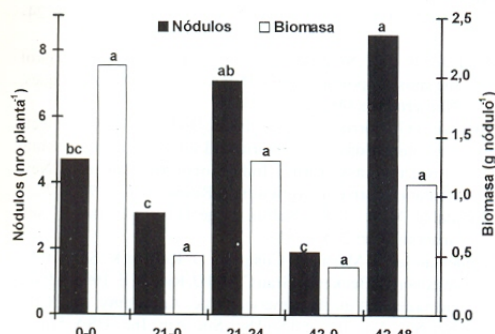


Figura 3. Biomasa individual y número de nódulos en plantas de alfalfa fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas. Promedio de dos sitios. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$). 0-0 = Testigo sin fertilizar. 21-0 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 21-24 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 24 kg ha⁻¹ de azufre. 42-0 = Fertilizado con 42 kg ha⁻¹ de nitrógeno. 42-48 = Fertilizado con 21 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 48 kg ha⁻¹ de azufre.

urea mantuvo mayores niveles de producción que el tratamiento testigo (Figura 2).

Las concentraciones de nitrógeno, fósforo y azufre en las especies componentes de las pasturas no mostraron interacciones entre los sitios. En gramíneas perennes se determinaron niveles medios de 1,91 % de nitrógeno, 2067 mg kg⁻¹ de fósforo y 2419 mg kg⁻¹ de azufre sin detectarse diferencias debidas a los tratamientos de fertilización. Se observó un comportamiento similar en las plantas de alfalfa, con niveles medios de 3,17 % de nitrógeno, 2658 mg kg⁻¹ de fósforo y 3363 mg kg⁻¹ de azufre. Estos resultados, junto con las diferencias en producción de materia seca de alfalfa (Figuras 1 y 2) permiten inferir que en ambos sitios los tratamientos fertilizados presentaron mayores niveles de extracción total de nutrientes, de mayor magnitud cuando se empleó sulfato de amonio para la aplicación de 42 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Este comportamiento se explicaría por el mejoramiento en la fijación simbiótica del nitrógeno (Lopez-Jurado, Hannaway 1985) y por un efecto sinérgico en la captación de fósforo (Aulakh *et al.* 1990) inducidos por la presencia de abundantes concentraciones de azufre en la solución del suelo, tal lo observado en estudios en macetas con suelos de la Región Semiárida Pampeana (Buschiazzi y Hevia, com. pers.) y en condiciones naturales en la región noroeste de la Patagonia (Vallerini 1967).

Tanto el número por planta como la biomasa individual de los nódulos no manifestaron interacciones entre sitios y tratamientos de fertilización. El agregado de

sulfato de amonio indujo a una mayor nodulación que en el tratamiento testigo y con la fertilización con urea (Figura 3). Si bien la biomasa de los nódulos fue inferior en los tratamientos con agregado de nitrógeno, y en mayor magnitud si la fuente aplicada fue urea, estas diferencias no fueron significativas.

Aún no se han definido indicadores regionales de deficiencias en la disponibilidad de azufre. Los análisis de suelos pueden proveer información útil para conocer el nivel disponible de este elemento para las plantas, pero la interpretación de estas determinaciones es dificultosa debido a interacciones con las variadas condiciones ambientales durante el desarrollo de las pasturas. Los análisis de relaciones totales entre nutrientes en el suelo y foliares resultan de utilidad para el diagnóstico de deficiencias de azufre (Sinclair *et al.* 1997). En este estudio tanto los contenidos de S-SO₄ como la relación N:S en la capa superficial de los suelos no sugerirían la ocurrencia de deficiencias de azufre para ambos sitios (Bailey 1985; Messick 1992). Las mismas observaciones se obtuvieron al evaluarse los contenidos totales de este elemento en plantas de alfalfa o de gramíneas y sus relaciones con la concentración de nitrógeno (Saalbach 1972; Bailey 1986). La relación N:S varió entre 8,5 y 11,1 en las plantas de alfalfa y entre 5,9 y 8,3 en las de gramíneas, sin cambios asociados a los distintos tratamientos de fertilización.

De los resultados obtenidos se puede concluir que la fertilización combinada con nitrógeno y azufre mejora la oferta forrajera en la implantación de pasturas perennes consociadas con base alfalfa en la Región de la Pampa Arenosa. El uso de sulfato de amonio induce a una mayor proliferación de nódulos y a una mejor nutrición global de la pastura.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Ganadería de AACREA Zona Oeste Arenosa y Allied Signal Chemicals por el financiamiento de los estudios.

REFERENCIAS

- Analytical Software. 1996. Statistix for Windows. User's manual. 333 pag.
- Aulakh M S, Pasricha N S, Azad A S. 1990. Phosphorus-sulfur interrelationships for soybeans on P and S deficient soil. *Soil Sci.* 150:705-709
- Bailey L D. 1985. The sulfur status of eastern Canadian prairie soils: the relationship of sulfur, nitrogen and organic carbon. *Can. J. Soil Sci.* 65: 179-186
- Bailey L D. 1986. The sulphur status of eastern Canadian prairie soils: sulphur response and requirements of alfalfa (*Medicago sativa* L.), Rape (*Brassica napus* L.) and Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Can. J. Soil Sci.* 66:209-216

- Bono A, Buschiazzo D E, Lescano P, Montoya J C, Babinec F J. 1997. Fertilización de una pastura con nitrógeno, fósforo y azufre en un Haplustol entico de La Pampa, Argentina. *Ciencia del Suelo* 15: 95-98
- Culot J Ph. 1986. Nutrición mineral y fertilización en el ambiente de la región pampeana. INTA (Ed.). Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección científica del INTA Buenos Aires p 81-117
- Duke S H, Doehlert D C. 1981. Root respiration, nodulation, and enzyme activities in alfalfa during cold acclimation. *Crop Sci.* 21: 489-495
- Hannaway D B, Shuler P E. 1993. Nitrogen fertilization in alfalfa production. *J. Prod. Agric.* 6: 80-85
- Kunelius H T. 1974. Effects of weeds control and N fertilization on the growth and nodulation of alfalfa. *Agronomy Journal* 66: 806-809
- López-Jurado G, Hannaway D B. 1985. Sulfur nutrition effects on dinitrogen fixation of seedlings alfalfa. *J. of Plant Nutrition* 8: 1103-1121
- Messick D L. 1992. Soil test interpretation for sulphur in the United States - an overview. *Sulphur in Agriculture* 16: 24-25
- Saalbach E. 1972. Sulphur requirements and sulphur removals of the most important crops. INRA Annales Agronomiques, Numero hors serie 1972 : 23-55
- Sinclair A G, Morrison J D, Smith L C, Dodds K G. 1997. Effects and interaction of phosphorus and sulphur on a mown white clover/ryegrass sward. 3. Indices of nutrient adequacy. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40 : 297-307
- Tabatabai M A. 1982. Sulfur. Page (Ed). *Methods of soil analysis*. Part 2, 512-513
- Undersander D, Martin N, Cosgrove D, Kelling K, Schmitt M, Wedberg J, Becker R, Grau C, Doll J, Rice M E. 1995. Alfalfa management guide. American Soc. Agronomy, Inc., Crop Sci. Soc. Am., Inc. and Soil Sci. Soc. Am., Inc., USA. 51 pág.
- Vallerini J A. 1967. Ensayos de fertilizaciones en el noroeste de Patagonia. IV Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo: 249-250.