

## MINERALIZACION DE AZUFRE Y SU RELACION CON LA DE NITROGENO EN SUELOS AGRICOLAS

HE ECHEVERRIA, NF SAN MARTIN, R BERGONZI

Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce CC 276 (7620) Balcarce, Argentina

### SULPHUR MINERALIZATION AND ITS RELATIONSHIP WITH NITROGEN IN AGRICULTURAL SOILS

In the Argentine Pampean Region there is no information about sulphur supply through mineralization of organic matter, despite the fact there have been some reports about sulphur deficiency in certain areas. Taking into account that sulphur and nitrogen mineralization dynamics are quite similar, and that nitrogen mineralization has been thoroughly described, sulphur mineralization and its relationship with nitrogen has been determined in contrasting agricultural soils under different management. Surface soil samples (0-0,20 m) from Balcarce (Buenos Aires) and Anguil (La Pampa) were taken from fields under pasture and under continuous agriculture for more than 10 years, sulphur and nitrogen mineralization were estimated through a long term incubation open system. No interaction between site and management was proved. The soil from Balcarce mineralized more sulfate than that from Anguil. On the other hand, the soil under pasture released more sulfate than the soil cultivated for more than 10 years. Mineralized N/S ratio decreased at the beginning of the incubation period, but then it kept constant.

**Key words:** Soils - Sulphur mineralization - Nitrogen mineralization - Ratio N/S mineralized

### INTRODUCCION

En el sur de la Región Pampeana Argentina se ha comprobado una disminución en los niveles de materia orgánica asociada a la intensificación de la agricultura, junto con una respuesta generalizada al agregado de nitrógeno en distintos cultivos a campo. Por el contrario, deficiencias de azufre sólo han sido reportadas en alfalfares y en trigo de la zona semiárida (Rosell *et al.* 1986), mientras que en el Sudeste Bonaerense el azufre no limita el rendimiento ni la calidad del cultivo de trigo (San Martín *et al.* 1990 a). Para esta zona los niveles de azufre como sulfato en horizontes superficiales y subsuperficiales, difirieron entre sitios con situaciones en donde la disponibilidad del mismo no garantizaría un adecuado suministro para los cultivos (San Martín, Echeverría 1995). Esta aparente contradicción se explicaría por aportes significativos de la fracción orgánica del suelo, mediante un activo proceso de mineralización. En nuestro país no se cuenta con estimaciones de dicho proceso, las que tampoco son abundantes en la bibliografía debido a las dificultades en la determinación de las formas de este nutriente.

Considerando que la dinámica de la mineralización de azufre y nitrógeno en el suelo, son en parte reguladas por los mismos factores (Tabatabai, Al-Khafaji 1980) y que esta última ha sido motivo de numerosos trabajos (Echeverría *et al.* 1994) que han permitido describirla y cuantificarla satisfactoriamente, sería de interés establecer la relación entre las cantidades mineralizadas de dichos nutrientes. Por lo tanto, se hipotetiza que para los

suelos agrícolas de la Región Pampeana, la cantidad de sulfato mineralizado en condiciones potenciales es relevante y que la misma puede ser estimada a través de la mineralización de nitrógeno. El objetivo de este trabajo fue determinar la mineralización de azufre y su relación con la de nitrógeno, en suelos agrícolas de características y manejos contrastantes.

### MATERIALES Y METODOS

Los suelos elegidos para este trabajo corresponden a horizontes superficiales (0-20 cm) de Balcarce (Argiudol típico) y de Anguil (Haplustol típico) en condiciones de laboreo contrastantes. Las muestras son representativas de un manejo de pastura y de una rotación de cultivos, ambos de más de 10 años. En la Tabla 1 figuran algunas de las características de los suelos, los que presentan diferencias marcadas en sus propiedades físicas y químicas.

El procedimiento utilizado para cuantificar el azufre mineralizado es el mismo descrito por Stanford y Hanway (1955) para la estimación del nitrógeno mineralizado. Las muestras de suelo fueron secadas al aire y posteriormente tamizadas por 2 mm para luego ser acondicionadas en los percoladores. Previo al inicio de la experiencia se realiza el lavado de las formas minerales tanto de nitrógeno como de azufre con una solución de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M. Las muestras se incubaron a 35 °C y a -0,033 MPa de humedad, por un período aproximado de 4 meses. El sulfato producido se removió del sistema a intervalos regulares (sistema de incubación abierto) mediante lavados con una solución de  $\text{CaCl}_2$  de igual concentración a la mencionada. La determinación de sulfato se realizó según el método colorimétrico de azul de metileno (Tabatabai 1982). En el mismo percolado se analizó la cantidad de nitrógeno mineral producido, por microdestilación por arrastre de vapor (Bremner, Keeney 1965). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de los tratamientos 2x2 (loca-

lidad x manejo) para cada uno de los percolados. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistical Analysis Systems (SAS Institute 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En esta experiencia se empleó un sistema de incubación abierto puesto que el mismo simula el comportamiento del azufre en la naturaleza, en donde el sulfato mineralizado puede ser absorbido por el cultivo, lavado a través del perfil o adsorbido a los coloides; mientras que en un sistema cerrado la acumulación del sulfato liberado a partir de la fracción orgánica del suelo produce inhibición de la mineralización por producto (Maynard *et al.* 1983, Ghani 1994).

No hubo interacción entre localidad y manejo para ninguno de los muestreos evaluados, como así también en los primeros dos meses de incubación para el factor localidad. Por el contrario, a lo largo de toda la experiencia en el factor manejo se determinaron diferencias significativas. Es de destacar el elevado coeficiente de variación obtenido en los diferentes períodos de incubación (mínimo 11,2 y máximo 38,3 %), el que sin duda es consecuen-

cia del empleo de tan sólo dos repeticiones. En términos generales, para el período en estudio y la metodología empleada, los valores obtenidos se sitúan en el rango mencionado en la literatura (Anderson *et al.* 1992, Ghani 1994). Una rápida liberación de sulfato se produjo en los primeros días de incubación, lo que es consecuencia del rehumedecimiento de las muestras de suelo (Biederbeck 1978).

Para el suelo de Balcarce, las cantidades de sulfato mineralizado fueron superiores a las liberadas por el suelo proveniente de Anguil (Figura 1a). Esto era previsible en

Tabla 1: Valores de pH, materia orgánica, arcilla y clase textural de los suelos analizados.

Localidad	Manejo	Arcilla (%)	Textura	pH	Materia orgánica (mg kg <sup>-1</sup> )
Balcarce	Pastura	26,0	Franca	6,8	81,0
	Cultivo	25,7	Franca	6,0	52,0
Anguil	Pastura	16,6	Franco arenosa	5,9	29,7
	Cultivo	17,0	Franco arenosa	6,3	20,5

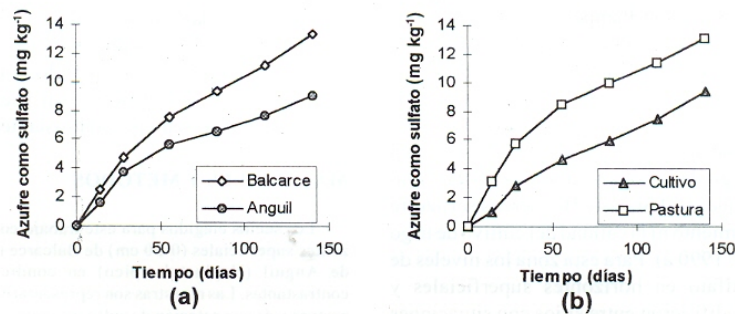


Figura 1. Valores promedio de azufre mineralizado acumulado en cada localidad (a) y (b) según los manejos a lo largo del período en estudio.

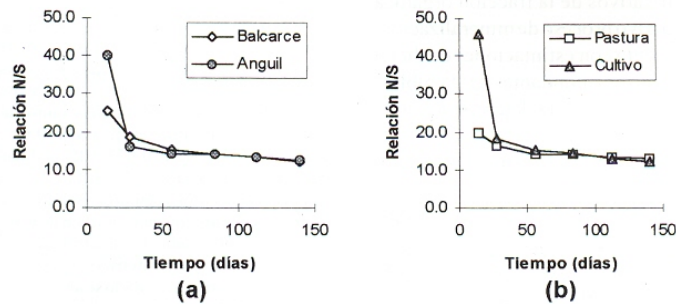


Figura 2. Relación N/S mineralizado promedio para las dos localidades (a) y los dos manejos evaluados (b) a lo largo de la incubación.

función de las características propias de dichos suelos (Tabla 1), como ha sido comentado por varios autores (Tisdale *et al.* 1986; Lamond 1991). Estos resultados indican que el suministro de azufre para los cultivos sería más limitante en Anguil, lo que concuerda con la definición de área potencialmente deficiente efectuada al analizar las concentraciones de azufre total en granos de trigo (San Martín *et al.* 1990 b). Cuando el suelo se encuentra bajo pastura, los niveles de sulfatos exceden los obtenidos con un manejo agrícola ya que la primera mantiene un nivel de materia orgánica muy superior y por lo tanto, el compartimiento de azufre mineralizable en el primer caso es mayor (Figura 1b).

Como se mencionó, existe una estrecha relación entre la dinámica de nitrógeno y azufre en el sistema suelo, lo que habilita a efectuar comparaciones entre las cantidades mineralizadas de ambos nutrientes. En la Figura 2 se presentan las relaciones obtenidas; en las mismas se observa que la relación N/S mineralizado disminuye en todos los casos en las primeras dos semanas de incubación, para luego estabilizarse en un valor cercano a 12/1. La constancia de esta relación en incubaciones de larga duración permitiría afirmar que para los suelos evaluados en esta experiencia sería factible la estimación de la mineralización de azufre en función de la de nitrógeno, lo cual es relevante considerando que las determinaciones analíticas de este último nutriente son más simples, rápidas y económicas.

La evolución de la relación N/S mineralizado observado a en la Figura 2 indicaría que en los primeros días de incubación se produce una mayor liberación de nitrógeno proveniente de un compartimiento lábil de la materia orgánica de mayor tamaño, en comparación al azufre. Estas relaciones N/S mineralizado superan la estrecha relación N/S total (6 a 8/1) mencionada frecuentemente en la bibliografía (Tisdale *et al.* 1993). Estos resultados obtenidos en una experiencia en condiciones óptimas de mineralización son coincidentes con lo hallado por varios autores, que demuestran que la relación N/S de la materia orgánica de los suelos cultivados es generalmente menor que la de aquéllos sin laboreo, lo que sugiere que el azufre es relativamente más resistente a la mineralización que el nitrógeno o bien, que la liberación de éste es proporcionalmente mayor que la de azufre (McGill, Cole 1981). Esta experiencia realizada en condiciones controladas de laboratorio, constituye una evidencia de que cuando suelos similares a los evaluados son sometidos a manejo agrícola, el nitrógeno es el nutriente que en primera instancia aparece como deficiente en relación al azufre.

#### AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue subsidiado con fondos de proyectos de investigación de la EEA INTA de Balcarce y de la FCA-UNMP.

#### REFERENCIAS

- Anderson G, Lefroy R, Chinoim N, Blair G. 1992. Soil sulphur testing. *Sulphur in Agriculture* 16: 6-14.
- Biederbeck VO. 1978. Soil organic sulfur and fertility. In: Schnitzer M, Khan SU (Ed.). *Development in soil sciences*. Monogr. 8. Elsevier. Amsterdam. p. 273-310
- Bremner J, Keeney D. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Annal. Chem. Acta.* 32: 485-495
- Echeverría HE, Bergonzi R, Ferrari J. 1994. Un modelo para estimar la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del Suelo* 12: 56-62
- Ghani A. 1994. An overview of organic sulphur levels in New Zealand pastoral soils and methods for measuring the mineralizable pool of organic sulphur. *Sulphur in Agriculture* 18: 13-18
- Lamond RE. 1991. Sulphur research in Kansas. *Sulphur in Agriculture* 15: 24-27
- Maynard DG, Stewart WB, Bettany JR. 1983. Sulfur and nitrogen mineralization in soils compared using two incubation techniques. *Soil Biol. Biochem.* 15: 251-256
- McGill WB, Cole CV. 1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. *Geoderma* 26: 267-286
- Rosell R, Landriscini M, Sommer K, Schade M, Holz S, Glave A, Campi E, Miranda R, Junquera A, Bernat E, Trainer M. 1986. Reconocimiento preliminar del nivel de nutrientes edáficos y foliares en trigo en la Región Semiárida. I Congreso Nacional de Trigo. Argentina. III: 282-290
- San Martín NF, Navarro CA, Echeverría HE. 1990 a. Concentración de azufre en granos de trigo en el sur de la Provincia de Buenos Aires. *Boletín Técnico E.E.A. INTA Balcarce* N° 99. 7 p.
- San Martín NF, Navarro CA, Echeverría HE. 1990 b. Concentración de azufre en granos de trigo de la región pampeana. II Congreso Argentino de Trigo. Argentina. I: 28-32
- San Martín NF, Echeverría HE. 1995. Sulfato en suelos del sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 13: 95-97
- SAS Institute Inc. 1985. In: SAS user's guide: Statistics. Version 5 ed. SAS Inst., Cary, NC
- Stanford G, Hanway J. 1955. Predicting nitrogen fertilizer needs of low soils: A simplified technique for determining relative nitrate production in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19: 74-77
- Tabatabai MA, Al-Khafaji AA. 1980. Comparison of nitrogen and sulfur mineralization in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 1000-1006
- Tabatabai MA. 1982. Sulfur. En: Page AL, Miller RH, Keeney DR (Ed.). *Methods of soil analysis*. Part 2: chemical and microbiological properties. Serie Agronomy N° 9. American Society of Agronomy. Madison. 501-538
- Tisdale SL, Reneau RB, Platou JS. 1986 Atlas of sulfur deficiencies. In: Tabatabai MA (Ed.). *Sulfur in Agriculture*. Serie Agronomy N° 27. American Society of Agronomy. Madison. p. 295-321.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, Havlin JL. 1993 (5 ed.). *Soil fertility and fertilizers*. Macmillan. New York. 634 p.