

Efecto en suelos salinos y alcalinos de fertilizantes en base azufre elemental

Jorge Morales (Doctor en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria por la Universidad de Vigo).

Rafael Gago (Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Barcelona. Departamento de I+D de Azufre y Fertilizantes Pallares S.A.U.).

Es bien sabido que la disponibilidad de muchos de los nutrientes que se encuentran en el suelo afecta al rendimiento de los cultivos (Ye y col., 2011). Esta disponibilidad depende de las características del suelo, especialmente de su pH (Shenker y Chen, 2005; Wang y col., 2006). La fertilización y, sobre todo, la adición de enmiendas acidificantes son prácticas comunes en suelos de elevado pH para mejorar la disponibilidad de nutrientes de las plantas y mejorar el rendimiento de las mismas. El azufre elemental tiene especial interés ya que posee una característica acidificante de liberación lenta (Chien y col., 2011). Su acción se origina con la oxidación microbiana a ácido sulfúrico con el tiempo (Vidyalakshmi y col., 2009). El azufre elemental se usa comúnmente como fertilizante, si bien, previo a ser oxidado a sulfato para que la planta pueda asimilarlo. Constituye un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y es requerido en cantidades similares al fósforo (Dhanapriya y Maheswari, 2015). Una característica importante a resaltar de él es que no se lixivia al ser insoluble en agua; por lo que los fertilizantes que lo contengan tienen el potencial de reducir las pérdidas de lixiviación de sulfatos, puesto que es transformado poco a poco en el ion sulfato, gracias a las tiobacterias presentes en el suelo (Müller y Krebs, 2016).

INTRODUCCIÓN

Los suelos en la actualidad presentan niveles muy bajos en azufre debido principalmente al uso indiscriminado de fertilizantes ricos en los elementos principales N, P y K y pobres en azufre. Usar azufre como enmienda para suelos alcalinos y/o salinos resulta en una buena práctica agronómica asegurando unos beneficios que van más allá que una simple mejora del pH o de conductividad. El azufre mejora la síntesis de aminoácidos y sulfo-proteínas, formando parte de aminoácidos esenciales en la construcción de proteínas, como la cisteína y metionina (Jez). Además, está implicado en la producción de clorofila y favorece la síntesis de aromas y aceites esenciales en los vegetales. También mejora el uso de nitrógeno y neutraliza las sales alcalinas, perjudiciales para el crecimiento de las plantas ya que disminuyen la permeabilidad del agua. Todas estas ventajas hacen que mejore la estructura del suelo (Schnug, 1998) de forma que diferentes sales puedan ser arrastradas por el agua; y finalmente, disuelve las sales cálcicas y de minerales existentes en el suelo, convirtiéndolo en más poroso y propicio para el crecimiento de las plantas.

Hay que indicar que tradicionalmente se añadía el azufre puro al suelo en forma de lenteja, pero a este le cuesta mucho ser degradado por las tiobacterias presentes de forma natural debido a su carácter insoluble y a su tamaño de partícula (2-3 mm). El objetivo del presente estudio ha sido determinar el efecto corrector de dos compuestos desarrollados en base azufre elemental sobre el pH y la conductividad en suelos salinos. Para ello, se ha realizado un estudio en tierras de cultivo de arroz, del Delta del Ebro, que al estar al lado del mar presenta una elevada salinidad y alcalinidad. Se quiere comparar el efecto corrector de pH y conductividad de dos productos comerciales de AFEPASA, Agrosolfo (Figura 1) y Afesol (Figura 2).

Materiales y métodos

El ensayo se realizó a tres dosis diferentes, a 400, 800 y 1200 kg/ha, respectivamente, comparando los resultados frente a un blanco sin tratar en cada caso durante 24 días. Se llevó a cabo en macetas

que contenían la tierra procedente del Delta del Ebro de elevada salinidad y alcalinidad. Se quitaron los 2-3 cm superiores de tierra y se procedió a mezclarla homogéneamente con los productos de azufre. Se realizaron dos réplicas por cada dosis y producto, incluido el blanco.

Los productos a estudio fueron: azufre elemental con 99,9% de pureza (Agrosolfo) y un producto formulado de azufre (90%) y bentonita (10%) (Afesol). La presencia de bentonita en este último favorece la disgregación del gránulo, provocando una acción más eficaz de las tiobacterias sobre el azufre elemental.



Figura 1. Producto comercial Agrosolfo.



Figura 2. Producto comercial Afesol.

El estudio se llevó a cabo durante 24 días tomando valores de pH (pH-metro HANNA HI 99121) y conductividad (conductivímetro HANNA HI 993310) a diario directamente en la tierra, previa adición de 100 mL de agua desionizada. Al final del estudio se prepararon extractos representativos de la tierra de las macetas y se midió el azufre elemental que quedó sin degradar mediante valoración yodométrica.

Resultados y discusión

Se han obtenido unos claros descensos de pH y conductividad dosis-dependientes con respecto al blanco, siendo más acusados para el caso del producto de azufre formulado con bentonita.

Influencia sobre el pH

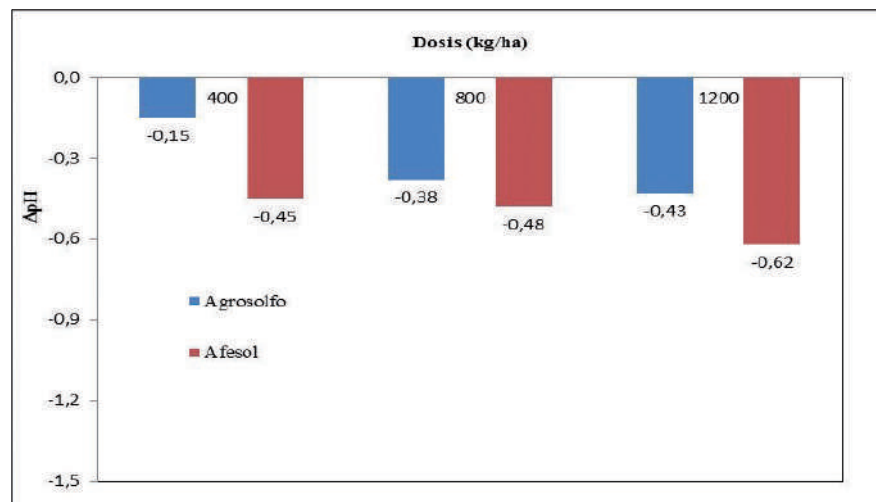
En el Gráfico 1 se muestra el descenso de pH al cabo de 24 días de los dos productos de azufre a las dosis de 400, 800 y 1200 kg/ha, con respecto a la tierra sin tratar. El descenso es más pronunciado en el caso del azufre formulado con bentonita, no observándose una diferencia pronunciada entre las dosis más altas.

Influencia sobre la conductividad eléctrica

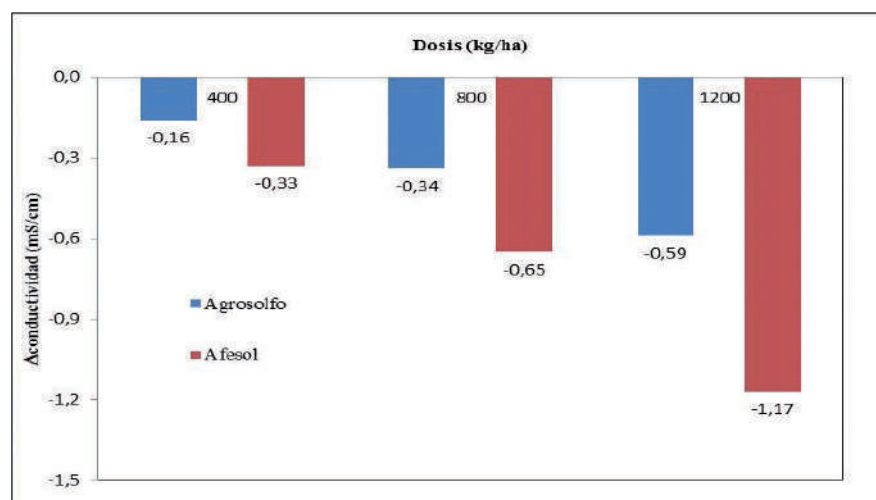
Para el caso de la conductividad se comprueba igualmente un descenso de la misma dosis-dependiente para ambos productos. El producto que presenta un descenso más pronunciado en cada una de las dosis es el formulado con bentonita, siendo la dosis más alta la que presenta el mayor descenso de la conductividad (Gráfico 2).

Degradación del azufre

En el Gráfico 3 se muestra la cantidad de azufre que queda después de 24 días en las macetas en las que se aplicó a una dosis de 800 kg/ha. Este dato nos da



Gráfica 1. Diferencia de pH en el suelo de los productos del último día respecto al primero.



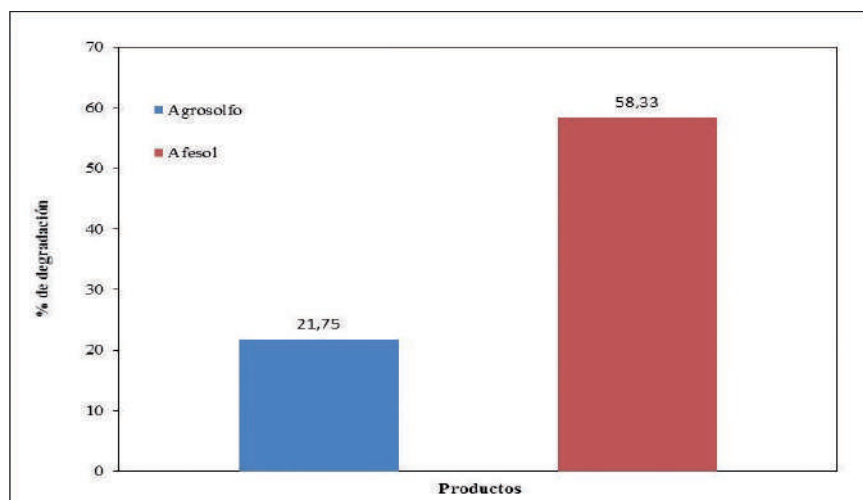
Gráfica 2. Diferencia de conductividad eléctrica en el suelo de los productos del último día respecto al primero.

una idea de lo rápido que se degradan los dos tipos de producto. Se puede comprobar que para el caso del Afesol el azufre que permanece sin degradar es inferior al 50%.

Conclusiones

El producto comercial Afesol, tal y como recogen los resultados del presente estudio, es un buen corrector de suelos salinos y alcalinos, logrando unos objetivos más rápidos y más eficientes a dosis más bajas que el Agrosolfo. Si solo se quiere corregir el pH, la dosis de 400 kg/ha sería suficiente a tenor de los datos obtenidos ya que se ha visto que muestra buenos resultados en cuanto al pH. En caso de la búsqueda de mejorar la conductividad de un suelo, la dosis mínima recomendada sería la de 800 kg/ha.

El mejor rendimiento del producto mezclado con bentonita se debe a su rápida degradación en agua, de esta forma se consigue obtener partículas de azufre del orden de 150 micras, un tamaño óptimo para la actuación de las tiobacterias (*Thiobacillus thiooxidans*). Para el caso del azufre elemental en forma lenteja su degradación en agua es nula y debido a su gran tamaño (2-5 mm), la superficie de contacto con el medio bacteriano es muy inferior, con la consiguiente reducción de la cinética de reacción implicada en el proceso de degradación. En la Figura 3 se muestra la degradación con el tiempo del Afesol frente a la estabilidad del azufre elemental en forma de lenteja en agua.



Grafica 3. Porcentaje de degradación de los productos.

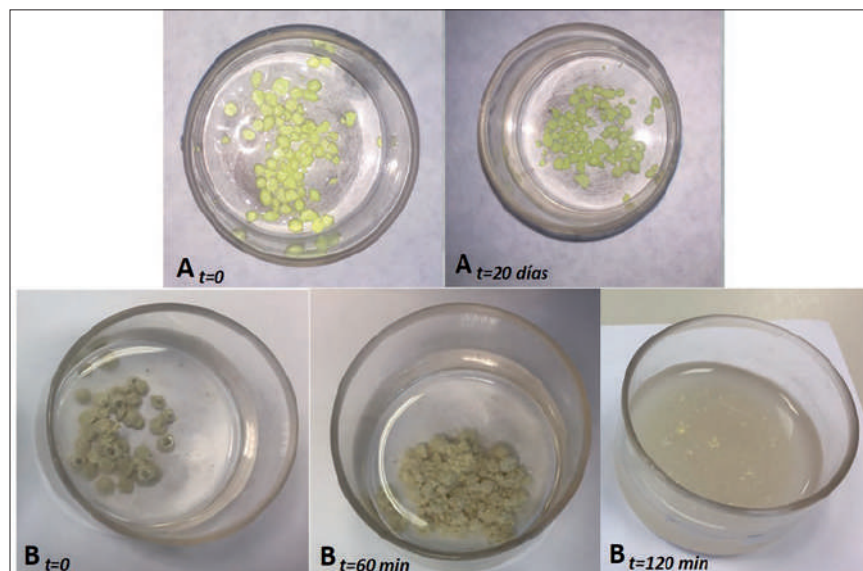


Figura 3: Degradación en agua de los productos Agrosolfo (A) y Afesol (B) a diferentes tiempos (t).

BIBLIOGRAFÍA

- Chien, S.H. Gearhart, M.M. y Villagarcía, S. 2011. Comparison of ammonium sulfate with other nitrogen and sulfur fertilizers in increasing crop production and minimizing environmental impact: a review. *Soil Science* 176, 327-335.
- Dhanapriya, M. y Maheswari, R. 2015. Estimation of micro and macro nutrients in the soil of remote areas. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 67-73.
- Jez, J. 2008. Sulfur: A missing link between soils, crops, and Nutrition. American Society of Agronomy. USA.
- Müller, A. y Krebs, B. 2016. Sulfur: its significance for Chemistry, for the Geo-, Bio-, and Cosmo-sphere and Technology. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Shenker, M. y Chen, Y.. 2005. Increasing iron availability to crops: Fertilizers, organo-fertilizers, and biological approaches. *Soil Science and Plant Nutrition* 51, 1-17.
- Schnug, E. 1998. Sulphur in Agroecosystems. Springer Science & Business Media. Dordrecht, The Netherlands.
- Vidyalakshmi, R., Paranthaman, R. y Bhagyaraj, R. 2009. Sulphur oxidizing bacteria and pulse nutrition - A review. *World Journal of Agricultural Sciences* 5, 270-278.
- Wang, A.S., J.S. Angle, R.L. Chaney, T.A. Delorme y Reeves, R.D. 2006. Soil pH effects on uptake of Cd and Zn by *Thlaspi caerulescens*. *Plant and Soil* 281, 325-337.
- Ye, R., A.L. Wright y J.M. McCray. 2011. Seasonal changes in nutrient availability for sulfur-amended everglades soils under sugarcane. *Journal of Plant Nutrition* 34, 2095-2113.