

ACIDEZ GENERADA POR LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS: NUEVA EVALUACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAL

S.H. Chien¹, Mercedes M. Gearhart² y Dean J. Collamer²

¹International Fertilizer Development Center (IFDC). ²Honeywell Resin & Chemicals.
nchien@comcast.net; mercedes.gearhart@honeywell.com; dean.collamer@honeywell.com

El alto precio del nitrógeno (N) y la concientización sobre la contribución de los fertilizantes nitrogenados en la emisión de gases con efecto invernadero han incrementado el interés en la evaluación de la eficiencia de N de las distintas fuentes nitrogenadas. El manejo de la acidez generada por el uso de los fertilizantes nitrogenados es parte importante de la tecnología adecuada de uso de estos materiales. Este artículo resume los resultados del estudio de Chien et al. (2008), con nuevas estimaciones de la cantidad de cal necesaria para neutralizar la acidez creada por la aplicación de tres fertilizantes nitrogenados.

Introducción

Pierre (1928) demostró que la nitrificación del N de los fertilizantes nitrogenados que contienen amonio (NH_4^+) puede generar acidez en el suelo debido a la liberación de iones hidrógeno (H^+). Por ejemplo, Adams (1984) menciona que cada mol de N proveniente del sulfato de amonio (SA) produce 4 moles de H^+ , mientras que cada mol de N proveniente de la urea o del nitrato de amonio (NA) produce solamente 2 moles de H^+ . Esto sugiere que el SA es dos veces más acidificante que el NA o la urea.

A pesar de lo anterior, a través de experimentos de invernadero con cuatro cultivos en dos tipos de suelos, Pierre (1928) encontró que la acidez generada en suelos que han recibido aplicaciones de estos fertilizantes es en realidad solamente un 50% del valor teórico para la urea y el NA, y de un 75% para el SA. En consecuencia, Pierre sugirió que la acidez desarrollada por un mol de N proveniente de SA sería tres veces mayor que la acidez desarrollada por un mol de N proveniente del NA o de la urea.

La Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC por sus siglas en inglés) adoptó los valores reportados por Pierre (1934) que indicaban que la cantidad de cal requerida para neutralizar la acidez inducida por la urea y el NA sería de 1.8 kg de carbonato de calcio (CaCO_3) por kg de N y tres veces mayor, 5.4 kg CaCO_3 por kg N, para el SA. Estos valores han sido citados extensivamente en la literatura mundial a través de los años, sin haber sido críticamente examinados y validados por investigación.

Según Adams (1984), Pierre utilizó el proceso de generación de acidez o basicidad fisiológica que se produce cuando las plantas toman cantidades desiguales de cationes y aniones para generar su recomendación. En el caso del NA, cuyo contenido de N es mitad NH_4^+ y mitad nitrato (NO_3^-), la absorción de aniones NO_3^- neutralizaría parte de la acidez producida con la nitrificación de los cationes NH_4^+ . El 100% del N en el SA está en forma de catión NH_4^+ , pero también contiene el anión sulfato (SO_4^{2-}). Como

las plantas también absorben SO_4^{2-} , en menores cantidades que el NO_3^- , el efecto neutralizante del SO_4^{2-} sería mucho menor que el del NO_3^- . Por lo tanto, podría esperarse que el potencial de acidificación total del SA sea mayor. Sin embargo, Pierre no consideró el efecto tampón de los suelos, normalmente asociado a la textura (contenido de arcilla).

En noviembre de 1998, el Centro Internacional de Desarrollo de Fertilizantes (IFDC por sus siglas en inglés) en Muscle Shoals, Alabama (EE.UU.), inició un proyecto de laboratorio e invernadero de tres años de duración para verificar el poder acidificante de los fertilizantes nitrogenados más comunes (urea, NA y SA). Este artículo resume los resultados de este estudio (Chien et al., 2008).

Materiales y Métodos

Se cultivaron hasta la madurez, por tres años consecutivos, una secuencia de trigo-maíz-trigo-maíz-trigo en suelos con diferente contenido de arcilla: Sharkey (64%), Decatur (33%) y Greenville (17%), y de diferente contenido de materia orgánica: 2.60, 1.83 y 1.40%, respectivamente. El pH de todos los suelos se ajustó entre 6.44 y 6.62 antes de las primeras siembras. Se incorporaron 100 kg N/ha para los primeros dos cultivos de trigo y 200 kg N/ha para los cultivos de maíz y el último cultivo de trigo. En total se aplicó el equivalente de 800 kg N/ha con cada una de las fuentes de N. El N se aplicó en forma de SA, urea y NA, adicionalmente se incluyó un control sin aplicación de N. Se midió el pH del suelo después de cada cultivo. Luego del cuarto y último cultivo se analizaron muestras de suelo para determinar el requerimiento relativo de cal (RRC) del SA con respecto al NA y a la urea por dos métodos diferentes. Un primer método consistió en agitar 5 g de suelo con una solución 1 M de acetato de calcio (pH 8.0), filtrar y titular el extracto a pH 8.0 con hidróxido de sodio 0.01 M. El RRC se calculó en base al volumen de hidróxido de sodio (NaOH) necesario para terminar la titulación.

Un segundo método consistió en agregar diferentes dosis de CaCO_3 a muestras de cada suelo, para luego incubarlas por dos semanas. En este caso, el RRC se calculó en base a la cantidad de CaCO_3 requerido por cada fuente para alcanzar un mismo pH.

Resultados y Discusión

La comparación con el tratamiento control permitió constatar que las tres fuentes nitrogenadas redujeron el pH del suelo luego de cada ciclo de cultivo (Tabla 1). Asimismo, todas las fuentes nitrogenadas tuvieron menor efecto en el pH del suelo arcilloso (Sharkey) que en el de los suelos arenoso (Greenville) y franco-arcilloso (Decatur). Se observó que el SA es más acidificante que el NA y que la urea, mientras que las dos últimas fuentes tienen similar potencial de acidificación.

El RRC promedio obtenido por el método de titulación con NaOH, indica que se requiere de 1.4 a 2.3 más cal para neutralizar la acidez de SA frente al NA y la urea (Tabla 2). Utilizando el método de incubación de suelos con CaCO_3 se obtuvieron resultados similares, con valores de RRC para el SA en relación al NA y la urea de 1.38 y 1.87 para los suelos de Sharkey y Greenville, respectivamente.

Estos resultados discrepan con los valores oficiales de la AOAC, los cuales establecen que para neutralizar la acidez inducida por la fertilización con SA se

requiere 3.0 veces más cal que un suelo fertilizado con NA o urea. En otras palabras, el requerimiento relativo de cal para neutralizar la acidez inducida por SA respecto al NA o la urea es solamente 50-70% del valor oficial establecido históricamente por la AOAC y utilizado universalmente desde entonces.

Conclusión

Los resultados encontrados sugieren que la dosis de encalado necesaria para neutralizar el efecto acidificante del SA, en relación con el NA y la urea, varía entre el 160 y 252%, y depende del tipo de suelo y del contenido de arcillas y materia orgánica.

Referencias bibliográficas

- Adams F.** 1984. Crop response to lime in the southern United States. *In* Soil Acidity and Liming, ed. F. Adams, 211-265. Madison, Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA.
- Chien S.H., M. Gearhart y D.J. Collamer.** 2008. The effect of different ammoniacal nitrogen sources on soil acidification. *Soil Science* 173:544-551.
- Pierre W.H.** 1928. Nitrogen fertilizers and soil acidity: I. Effect of various nitrogenous fertilizers on soil reaction. *Journal of the American Society of Agronomy* 20:254-269.
- Pierre W.H.** 1934. The equivalent acidity and basicity of fertilizers as determined by a newly proposed method. *Association of the Agricultural Chemist Journal* 17:101-107. ■

Tabla 1. Cambios en el pH de los suelos al final del experimento (5 cultivos).

Fertilizante	Cambios en el pH del suelo		
	Sharkey	Decatur	Greenville
Urea	0.41	0.20	0.26
NA	0.41	0.15	0.28
SA	0.75	0.67	1.03
pH original	6.60	6.62	6.44

Tabla 2. Requerimientos relativos de cal de SA con respecto a urea y NA al finalizar el experimento.

Suelo	Requerimiento Relativo de Cal (RRC), %		
	SA/Urea	SA/AN	Promedio
Sharkey	160	164	162
Decatur	216	192	204
Greenville	239	252	245



Disponible a partir del 20 de marzo

Manual del Cultivo de Soja

- Como crece y se desarrolla el cultivo
- Manejo del cultivo
- La Nutrición del cultivo
- Identificación y manejo de las malezas
- Identificación y manejo de las enfermedades
- Reconocimiento y manejo práctico de plagas

Para mayor información:

www.ipni.net/lasc