

II parte

# Acidificación de soluciones nutritivas

*Acidificar soluciones nutritivas con ureas ácidas vs. ácido nítrico en fertirrigación bajo invernadero enarenado: estudio con sondas de succión*

**Fernández, E.J.<sup>1</sup>; Martínez, E.J.<sup>1</sup>;  
Fernández, J.<sup>2</sup>; Camacho, F.<sup>3</sup>;  
Crespo, J.B.<sup>4</sup>; Castillo, J.E.<sup>5</sup>;  
López, F.J.<sup>6</sup>**

*Dpto. de Biología Vegetal, Producción Vegetal y Ecología. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería<sup>1</sup>*

*Dpto. de Electrónica y Arquitectura de Computadores. Escuela Pol. Sup. Universidad de Almería<sup>2</sup>  
Dir. Téc. de Mundiplant S.A.<sup>3</sup>*

*Director de Ensayos. Laboratorio de COEXPHAL<sup>4</sup>  
Dpto. de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba<sup>5</sup>*

*Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla La Mancha. E.U.I.T.A. Ciudad Real<sup>6</sup>*

## Resultados

La DSA (Acid Flow) presentó un poder acidificante significativamente superior al ácido nítrico, presentando una marcada tendencia durante todos los muestreos, siempre con niveles de pH inferiores al NA. Las fechas de muestreo también influyeron de forma

significativa sobre los valores de pH de la solución extraída, apreciándose un claro efecto de las precipitaciones entre 85 y 105 d.d.t., con un incremento de pH de 0.77 y 0.97 en los tratamientos de DSA y NA respectivamente. Los valores de pH mostraron un comportamiento decreciente a lo largo de los primeros muestreos, siendo inferiores a los 70 d.d.t. y presentando un máximo a los 105 d.d.t., hecho debido al lavado del suelo a consecuencia de las fuertes precipitaciones acontecidas entre dicho período, que imposibilitaron el seguimiento de una frecuencia de riego constante; a partir de esta última fecha se volvió a apreciar de nuevo un descenso progresivo a lo largo de los siguientes muestreos.

La DSA incrementó de forma significativa la EC de la solución del suelo (2.11 ds m<sup>-1</sup> frente a 1.91 ds m<sup>-1</sup> en el NA, m.d.s. 95% 0.17), revelando un efecto potenciador de la fertilidad del suelo, a través de la solubilización de

elementos tales como el Calcio, Potasio, Magnesio. En lo relativo a las fechas de muestreo, se observaron diferencias significativas de EC, correspondiendo los valores más elevados al período comprendido entre 55 y 85 d.d.t con un máximo a los 70 d.d.t de 2.54 ds m<sup>-1</sup>, mientras que las precipitaciones originaron un descenso de este parámetro hasta 1.47 ds m<sup>-1</sup> observado a los 135 d.d.t.

La acidificación de la solución nutritiva con ácido nítrico presentó niveles de sodicidad significativamente superiores a la DSA, expresados tanto en SAR (3.69 frente a 2.98) como en SARaj (9.23 frente a 7.60), mostrándose un mayor poder de neutralización de los aniones HCO<sup>3-</sup> por parte de la urea ácida, resultados coincidentes con los de Miyamoto & Ryan (1976) y Miyamoto (1977).

**El incremento de pH exterior es el resultado no sólo de la captación preferencial de aniones, sino también de la reducción del nitrógeno por la planta, que produce equivalentes OH- que pueden ser excretados a la rizosfera**

El ensayo evaluó la influencia de la acidificación en fertirrigación mediante un formulado de una urea ácida dihidrogensulfato amina frente al ácido nítrico sobre la sodicidad de un suelo enarenado con cultivo de pimiento tipo lamuyo cv. Longo bajo invernadero parral de techumbre plana



## Discusión

De acuerdo con Marschner (1995) la forma en la cual es aportado el nitrógeno posee un efecto distinto, tanto en el contenido en ácidos orgánicos de la planta, como en el pH exterior. El incremento de pH exterior es el resultado no sólo de la captación preferencial de aniones, sino también de la reducción del nitrógeno por la planta que produce equivalentes OH<sup>-</sup>, según la reacción: NO<sup>3-</sup> + 8 e<sup>-</sup> + 8 H + (NH)<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O + OH<sup>-</sup>.

El mayor poder acidificante de la DSA puede ser atribuido a la liberación de aniones OH<sup>-</sup> hacia la rizosfera que se produce cuando la raíz toma un NO<sup>3-</sup>, mientras que, además de la liberación de 2 protones por cada molécula de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, el nitrógeno amoniacal de la urea ácida al reaccionar con el agua y con el oxígeno del suelo, favorecido por la acción de las bacterias nitrificantes se transforma en nitratos,



**La acidificación de soluciones nutritivas en la actualidad es mayoritariamente practicada en los cultivos hortícolas almerienses**

liberando protones según la reacción:  
 $2 \text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NO}_3^- + 10 \text{H}^+$

Segun Marschner (1991) el pH de la rizosfera se reduce cuando el aporte de nitrógeno es en forma de  $\text{N-NH}_4$ , mientras que aumenta al aportar  $\text{N-NO}_3$ , lo cual concuerda con nuestros resultados, aunque es necesario destacar que en nuestro caso no todo el abonado nitrogenado fue exclusivamente amoniacal en el tratamiento DSA, ni nítrico en NA.

Las oscilaciones de pH y EC en el suelo enarenado bajo este tipo de invernaderos demuestran cómo el control nutricional junto a la disponibilidad de nutrientes en la solución del suelo pueden verse sensiblemente afectados, a consecuencia de un lavado de nutrientes y la manifestación del carácter cálcico de estos suelos debido a las precipitaciones, con lo cual podría ser aconsejable incrementar la acidificación con posterioridad a estas lluvias, así como los aportes de ciertos elementos como el Fe, además de optar por estructuras que posibiliten un mayor control del medio edáfico, como pudieran ser con posibilidad de recogida de aguas de lluvia y evacuación de la misma hasta la balsa de riego, punto a partir del cual es posible ejercer un mayor control.

El efecto solubilizador de nutrien-

tes manifestado a través del incremento de la EC en el tratamiento con DSA sugiere además la realización de correcciones sobre la gestión de la fertirrigación, conduciendo a nuestro juicio a una reducción en los aportes de calcio y magnesio, con el objetivo de rentabilizar la eficiencia fisiológica y agronómica de la fertirrigación. En suelos neutros o alcalinos otros inves-

**Los resultados demuestran cómo la acidificación mediante ureas ácidas proporciona menores niveles de sodicidad en la solución del suelo expresados tanto en SAR como en SAR ajustado**

tigadores han observado un incremento en la absorción de P, K (Jungk & Claassen, 1986), B (Reynolds et al, 1987), Zn o Mn (Sarkar & Wyn Jones, 1982) al aportar  $\text{N-NH}_4$ .

El descenso de sodicidad de la solución nutritiva, estimado en nuestro ensayo en un 24% y 22% de SAR y SARaj, respectivamente es debido a la formación de  $\text{SO}_4\text{Na}_2$ , sal muy soluble que es lavada fácilmente junto a la liberación de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  que es promovida por el ácido sulfúrico, manifestando el interés de su empleo como estrategia para la reducción de los efectos

de la sodicidad sobre los cultivos.

**Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento a la empresa AGTEC S.L. por la financiación de este estudio, a D. Jesús Delgado, Técnico de MEGASA por sus consejos y a D. José Manuel Flores Sánchez, propietario de la explotación donde se efectuó el ensayo.

**BIBLIOGRAFIA**

- Bresler, E., McNeal, B.L. & Carter, D.L. 1982. Saline and sodic soils.. Springer Verlag. Berlin: 236 pp.
- Foth, H.D. & Boyd, G.E. 1988. Soil fertility. John Wiley & Sons. 212 pp.
- Jung, A. & Claassen, N. 1986. Availability of phosphate and potassium as the result of interactions between root and soil in the rhizosphere. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. 149: 411-427
- López-Bellido, L., Castillo, J.E., Fuentes, M., Palomar, F., Fernández-Rodríguez, E.J., Viseras, J. y López-Garrido, J. 1994. Caracterización de los sistemas de producción hortícola de invernadero en la Provincia de Almería. FIAPA e IFA. 131 pp.
- Marschner, H. 1991. Plant-soil relationships: acquisition of mineral nutrients by roots from soils. In: Plant growth. Intercations with nutrition and environment. Porter, J.R. & Lawlor, D.W. Eds. Cambridge University Press. 284 pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press. Londres.
- Miyamoto, S. 1977. Predicting effects of sulfuric acid on qualities of irrigation and drainage waters in calcareous soils. J. Environ Qual 6:12-18.
- Miyamoto, S. & Ryan, J. 1976. Sulfuric acid for the treatment of ammoniated irrigation water. II. Reducing Calcium precipitation and sodium hazard. Soil Sci Soc Am J 40:305-310.
- Reynolds, S. B., Scaife, A. & Turner, M.K. 1987. Effect of nitrogen form on boron uptake by cauliflower. Com Soil Sci and Plant Analysis, 18: 1143-1154.
- Sarkar, A.N. & Wyn Jones, R.G. 1982. Effects of rhizosphere pH on availability and uptake of Fe, Mn and Zn. Plant and Soil. 66: 361-372.