

BASES NUTRITIVAS DEL FERTI-RIEGO[©]

Humberto Moratinos P.

Universidad Central de Venezuela

moratinosh@agr.ucv.ve

Francisco Zapata Navas

Universidad Central de Venezuela

franciscozapatanavas@cantv.net

1 Introducción

El ferti-riego permite una segura y uniforme aplicación de nutrientes al área húmeda donde crecen las raíces. En contraposición a la fertilización tradicional, la aplicación de fertilizantes empleando el sistema de riego, trae como consecuencia una rápida absorción y posterior utilización por el cultivo de los diferentes elementos. Esta práctica ha contribuido a alcanzar rendimientos altos, y mejorara la calidad del cultivo.

Para una efectiva fertirrigación, se requiere un entendimiento del comportamiento del crecimiento de la planta, incluyendo los requerimientos de nutrientes; los patrones de crecimiento de las raíces; la química del suelo, (solubilidad y movilidad de los nutrientes), de los fertilizantes químicos y de calidad del agua, incluyendo el pH, CE y concentraciones de iones tóxicos.

2 Formas de Absorción de los nutrientes

El agua juega un papel vital en el desarrollo de la planta ya que es vehículo para la suplenia de nutrientes. Según Maschner, (12) los mecanismos principales en el acceso de nutrientes solubles desde el suelo hacia las raíces, son el flujo de masa, la difusión y la interceptación; la incorporación de nutrientes a través del ferti-riego requiere del conocimiento de esos fenómenos.

3 La interceptación

Como su nombre lo indica, implica que las raíces de la planta hacen contacto de intercambio con los coloides del suelo, en este la planta toma cationes y cede protones (H^+) a fin de mantener el equilibrio metabólico dentro de la planta. El mecanismo de interceptación es fundamental en la nutrición mineral. En el proceso, la toma de nutrimentos se realiza a medida que las raíces van creciendo en el espacio poroso del suelo e interceptan los elementos nutritivos disueltos los cuales absorben según los requerimientos de crecimiento y desarrollo (13). La interceptación es importante para nutrimentos como el fósforo, cuya eficiencia en absorción dependerá del hábito de crecimiento radical de la planta (10).

3.1 El flujo de masa

Corresponde al movimiento de iones con la solución del suelo por gravedad, capilaridad y flujo transpirativo. Consiste en el movimiento del elemento en una fase acuosa móvil, es decir; de una región más húmeda en la solución del suelo a una menos húmeda próxima a la superficie radical. El flujo de masa esta en relación directa con la cantidad de agua que absorbe la planta y la concentración del elemento en la solución del suelo. Los iones NO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y H_2BO_3^- predominante se desplazan mediante el flujo de masa con el agua de riego (12).

También se ha demostrado que el nitrógeno en forma de anión se mueve más rápidamente en suelo que el K^+ debido a su mayor solubilidad; los NO_3^- se desplazan con el agua edáfica, permitiendo mayor uniformidad en la distribución y asimilación por la planta (2).

3.2 La difusión

Es el movimiento del elemento en solución, causado por la agitación térmica a favor de un gradiente de concentración; es decir, de una región de mayor concentración (solución del suelo) a una de menor concentración (superficie radical).

La absorción de P y K se señalan principalmente debido a la difusión. (15)

El proceso de fertirrigación incrementa la cantidad de elementos presentes en solución y varía muy poco los contenidos intercambiables, de allí el impacto de estos sistemas y su estrecha relación con los niveles de humedad del suelo.

La información relacionada con la composición de la solución del suelo es esencial para el manejo adecuado del ferti-riego debido a que es el vínculo entre la fase sólida y la zona de absorción de las raíces. Las sondas de succión para tomar muestras del extracto saturado han sido ampliamente utilizadas para las determinaciones de la composición de la solución del suelo (6).

3.3 Balance Cation-Anion

Burt define Balance cation-anión como el número total de cationes de nutrientes en la planta el cual debe ser igual al número total de aniones en la misma. Esta relación es muy importante y en algunos casos, como en del ion amonio (NH_4^+) estará en competencia con otros cationes, la planta puede tomar primeramente el amonio si un inhibidor de la nitrificación es aplicado o si el suelo está fuertemente acidificado que la nitrificación esté inhibida. (3,4)

En unos trabajos realizado en tomate y pimentón con proporciones de $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ (100/0 y 80/20) se observó una absorción menor de los nutrientes en las plantas cultivadas con NH_4^+ , comparados con 100/0 de $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ (7)

En el sistema de fertirrigación el grado de aprovechamiento de los nutrientes es superior al de los sistemas tradicionales (gravedad y aspersión) de aplicación, siempre que se suministre la dosis y el equilibrio adecuado; al presentar mayor movilidad y una distribución más homogénea de los nutrientes en el ambiente radical.(1)

3.4 Efectos fisiológicos: antagonismo y sinergismo

Cuando dos o más iones están presentes en un medio, efectos antagónicos y sinérgicos. El sinergismo significa incremento de la absorción de un ion debido a la presencia del otro. El antagonismo se refiere a la competencia negativa entre dos iones. Hay efecto antagónico entre NO_3^- y Cl^- . La presencia del ion Cl^- reduce la absorción del NO_3^- . (9) También se ha señalado que la presencia de NH_4^+ tiene correlación baja con la presencia de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ . (14)

El desequilibrio entre los diferentes elementos nutritivos puede causar problemas graves de antagonismo que dificultarán la correcta absorción mineral. Especialmente importantes son las relaciones K/Mg, K/Ca y Ca/Mg, estos tres elementos debe guardar una correcta proporción entre ellos.

El K y el Ca son los únicos iones que pueden ser deficientes como consecuencia de la salinidad en el medio radical

También parece existir una concentración óptima de nitratos en función del grado de salinidad de la solución, mas concretamente en función al nivel de cloruros existentes.

3.5 pH del suelo

Los valores de pH para una óptima disponibilidad de todos los nutrientes esta en un rango de 6-6,5. El principal factor que afecta el pH en la rizosfera es la relación NH_4/NO_3 en el agua de riego, especialmente en suelos arenosos y sustratos inertes con baja capacidad amortiguadora (buffer). El pH de la rizosfera determina la disponibilidad de fósforo y afecta la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Zn, Mn) y puede inducir la toxicidad de algunos de ellos (Al, Mn) (9).

4 Característica de algunos nutrientes y su uso en el ferti-riego

Nitrógeno En fertirrigación su movilidad en la zona humedades del bulbo húmedo es tan alta como en otros métodos de riego empleado. Su incorporación como nitrato o amonio, es indistinta.

Fósforo Su dificultad de asimilación en suelos alcalinos, es compensada por su elevada movilidad en la fase líquida saturada y por su progresiva neutralización, e incluso acidificación, del volumen del suelo próximo al gotero. Su movilidad ha sido demostrada que es superior a 55 cm alrededor del punto de goteo (8).

Potasio Bajo condiciones de disponibilidad de agua y nitratos, es bien conocida la alta absorción de potasio.

Calcio La abundancia de agua y regularidad de aplicación, causa una importante reducción en la asimilación de este elemento, a pesar de su alta cantidad en el suelo, su antagonismo con el potasio, la acidificación y lavado pueden causar un aparente decrecimiento de asimilación del calcio.

Magnesio Este es nutriente esencial el cual su absorción puede ser fuertemente reprimida por otros cationes, tales como K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mn y por H^+ , es decir, bajo pH (12)

Micronutrientes La concentración de los micronutrientes Mg, Fe, Zn y Cu en la solución del suelo dependen principalmente del pH del suelo, el potencial redox y el contenido de materia orgánica. Por encima de 6.5 el pH puede disminuir la asimilabilidad de Fe, Zn, B, y Cu. Los óxidos metálicos de Fe, Mn, Cu, Zn se hacen más solubles al bajar el pH, pudiendo llegar a resultar fitotóxicos. (5)

5 Interacción Calidad de agua y fertilizantes

El agua de riego lleva sales en disolución, siendo necesario conocer las concentraciones de esas sales y las posibles interacciones para emplearlas en el ferti-riego. (11)

El agua como vehículo de los fertilizantes debe tener ciertos requisitos para su uso, aun cuando el ferti-riego nos permite el empleo de aguas con alta conductividad eléctrica (CE) como parte de las bondades del sistema; Pero puede que algunas de esas interacciones puedan causar diversos problemas como son la formación de precipitados en el tanque de fertirrigación, obstrucción de los goteros y filtros. (13)

El agua con altos contenidos de calcio y bicarbonato y el uso de sulfatos causa precipitación de CaSO_4 . El uso de urea induce la precipitación de CaCO_3 debido al incremento del pH. Desde el punto de vista químico es necesario conocer el pH, la CE y la concentración de sales (bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros y boratos) ya que los mismos pueden interactuar en forma negativa en el ferti-riego. (13)

6 Bibliografía

- 1 Alarcón, A. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades Agrícolas. España. 459 p.
- 2 Bar-Yosef, B and Sheikholslami, M. R. 1976. Distribution of Water and Ions in Soils Irrigated and Fertilized from a Trickle Source. *Soil Science Society of America Journal*. 40:575 – 582.
- 3 Burt C. M. 1997. Proceeding of the Segundo Symposium Internacional de Ferti-Irrigacion held in Queretaro. *Fertirrigation Chemicals*. México. 109 - 118. pp.
- 4 Burt C. M. 1998. *Fertigation Basics*. Pacific Northwest Vegetable Association Convention. Washington. 10p.
- 5 Cadahia, C. 2000. *Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales*. 2ª ed. Mundi-Prensa. Madrid .España.475p.
- 6 Carreño, J. y Magán, J. 1999. El riego por goteo. Manejo, calculo de fertirrigación y otros productos. En: *Técnicas de Producción de Frutas y Hortalizas En los cultivos protegidos*. Vol I. Caja Rural de Almería. Mundi-Prensa. España 147 pp.
- 7 Caselle, J.; Zornoza, P. y Carpena, O. 1986. Efecto de la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ en la composición mineral de plantas de tomate y pimiento cultivadas en ambiente controlado. *An. Edaf. Agrobiol*. 941-950 pp.
- 8 Domingo, Ramon. 1999. Orchard Fertigation in the Mediterranean Area. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition. Barcelona – Spain. 11p.
- 9 Imas, P. 1999. Recent Techniques in Fertigation of Horticultural Crops in Israel. IPI – International Potash Institute. In: *Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops*. 16p. www.ipipotash.org/presentn/rtifohc.html.
- 10 Jasso, C; Vera, J; Nuñez, R; Martinez, J y Sanchez, P. 2001. Distribution of Ions in the Moist Soil Bulb as a Product of Drip Fertigation. 275-285 pp.
- 11 López-Galvez, J. y Naredo, J. M. 1996. *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*. Fundación Argentaria. España. 294p.
- 12 Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. Academic Press. San Diego. 890p.
- 13 Molina, J. 2002. *Notas sobre Fertirrigacion*. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Mimeografiado. 23p.
- 14 Yanai, J; Araki, S and Kyuma, K. 1995. Effects of Plant Growth on the Dynamics of the Soil Solution Composition in the Root Zone of Maize in Four Japanese Soils. *Soil Science and Plant Nutritional*. 41:2:195- 206.
- 15 Yanai, J; Nakano, A; Kyuma, K and Kosaki, T. 1997. Division S-8-Nutrient Management & Soil & Plant Analysis. *Soil Science Society of America Journal*. 61:1781 – 1786