

# El movimiento de los iones en un suelo sometido a condiciones de riego localizado

Nancy García Álvarez<sup>1</sup>  
Lourdes Gómez Torres<sup>2</sup>

## Resumen

Se realizaron evaluaciones para determinar los contenidos de nitrato, potasio, fósforo, calcio, magnesio, materia orgánica y pH en un suelo ferralítico rojo típico a diferentes profundidades y distancias del emisor. Los resultados muestran que las concentraciones más elevadas de fósforo, potasio, calcio y magnesio se encontraron a bajas profundidades tendiendo a disminuir con el incremento de estas. Los contenidos de nitrato y potasio resultaron ser superiores a la distancia de 75 cm del emisor, mientras que para el calcio, magnesio y fósforo lo fueron a 25 cm. El pH se mantuvo prácticamente constante en las diferentes profundidades y distancias del emisor estudiadas.

## Summary

Evaluations to determine nitrate, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, organic matter and pH contents were done in a

typical red ferralitic soil in different depths and different distances from emitter. The results showed the highest concentration of phosphorus, potassium, calcium and magnesium were found in low depths. Nitrate and potassium contents increased to 75 cm from emitter, however calcium, magnesium and phosphorus increased to 25 cm. pH content was practically constant in all the tests.

## Introducción

El riego localizado surge en Israel en 1968 y consiste en laterales fijos de pequeño diámetro con dispositivos de aplicación de agua a muy bajo gasto; este riego presenta numerosas ventajas al compararlo con los métodos tradicionales (Borroto y De la Torre, 1991), siendo una de las más importantes la posibilidad de aplicar fungicidas, pesticidas, insecticidas y fertilizantes por el mismo sistema, conjuntamente con el agua, lo que se conoce con el nombre de “fertirri-gación”. Esta tecnología surge con el fin

<sup>1</sup> Dra., Universidad de Ciego de Ávila.

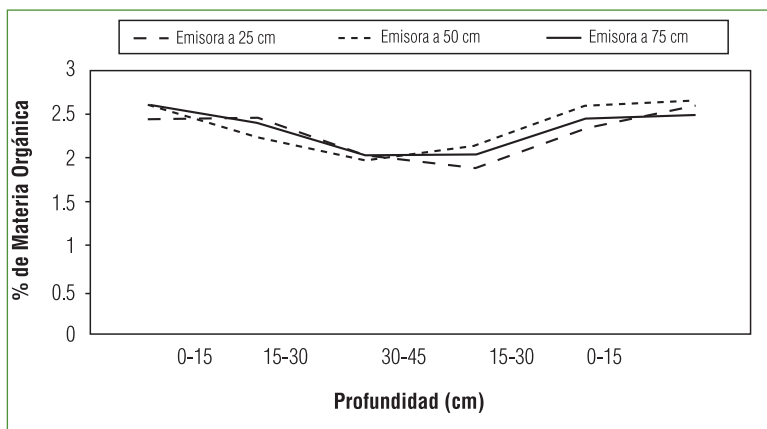
<sup>2</sup> Ing., Universidad de Ciego de Ávila.

de mantener un nivel óptimo de humedad en el suelo, permitiendo así un mejor aprovechamiento de los fertilizantes y la utilización eficiente del agua de riego.

La “fertirrigación” requiere del conocimiento del movimiento del soluto en el suelo, relacionado con la localización del emisor y la toma de nutrientes por la planta durante su desarrollo (Goyal y col., 1985).

Cuando se disuelven elementos químicos en el agua de riego, se altera su composición por lo que debe tenerse este conocimiento para realizar una aplicación correcta.

Es por ello que el estudio del contenido de los diferentes iones en el bulbo húmedo del suelo se hace imprescindible a la hora de seleccionar un área donde se aplique la “fertirrigación” y en esto precisamente radica el objetivo del presente trabajo donde se determinó el contenido de los iones nitrato, fósforo, potasio, calcio y magnesio, pH y materia orgánica a diferentes profundidades y distancias del emisor.



**Figura 1**  
Contenido de materia orgánica

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en una plantación de naranja Valencia (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) de 15 años de edad sobre patrón agrio (*Citrus aurantium*) con un marco de plantación de 7 x 7 m en un suelo ferralítico rojo típico en las condiciones de riego localizado. Se realizaron las siguientes evaluaciones:

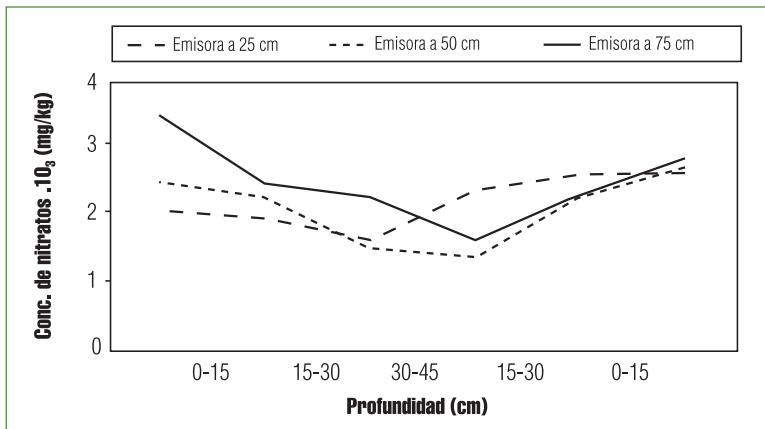
- Propiedades químicas del suelo:

Se tomaron muestras de suelo a profundidades de 0-15, 15-30 y 30-45 cm a ambos lados del emisor a 25, 50 y 75 cm de distancia del mismo analizándose pH (en agua y en KCl) y contenido de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y nitrato.

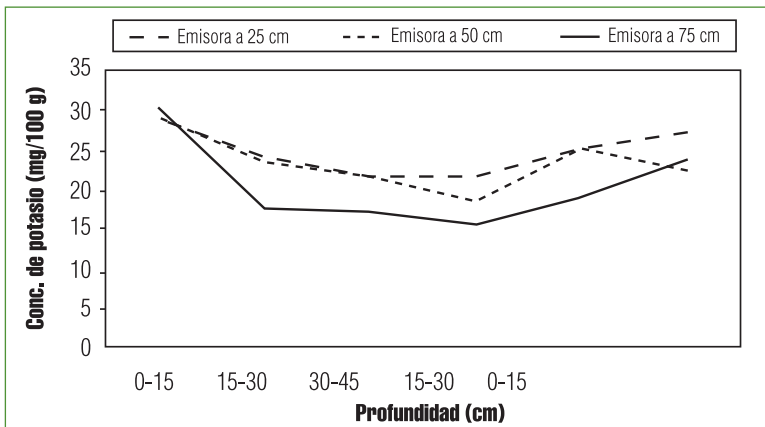
## Resultados y discusión

En la figura 1 se aprecia que existe una tendencia al aumento del contenido de materia orgánica con el incremento de la distancia del emisor. Al respecto, Cairo y Quintero (1980) señalaron que la humedad efectiva del suelo ejerce un control muy positivo sobre la acumulación de materia orgánica y que a medida que la humedad efectiva es mayor, el contenido de esta se incrementa, es precisamente en las distancias de 50 y 75 cm donde la humedad es mayor. El contenido de materia orgánica disminuye con el aumento de la profundidad manteniéndose los valores más altos en las capas superficiales, que es precisamente donde el contenido de base es superior especialmente de calcio, la que tiene un efecto directo sobre la materia orgánica, además de influir significativamente en la composición de la flora microbiana que determina el proceso de humificación.

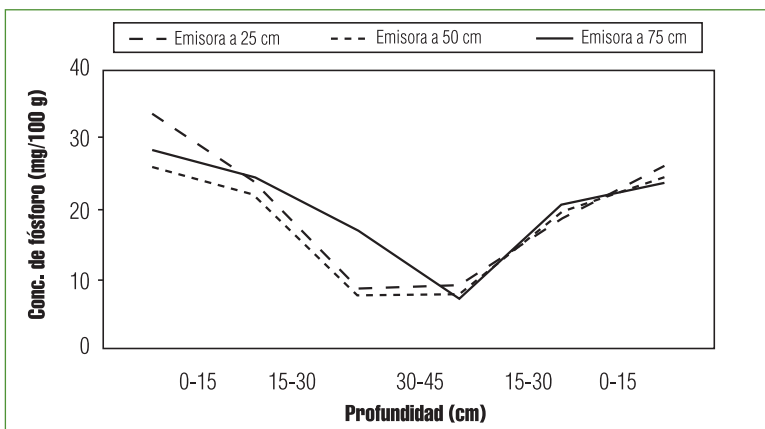
Los valores de materia orgánica encontrados son considerados bajos según Naranjo y Nápoles (1987).



**Figura 2**  
**Contenido de nitratos**



**Figura 3**  
**Contenido de potasio**



**Figura 4**  
**Contenido de fósforo**

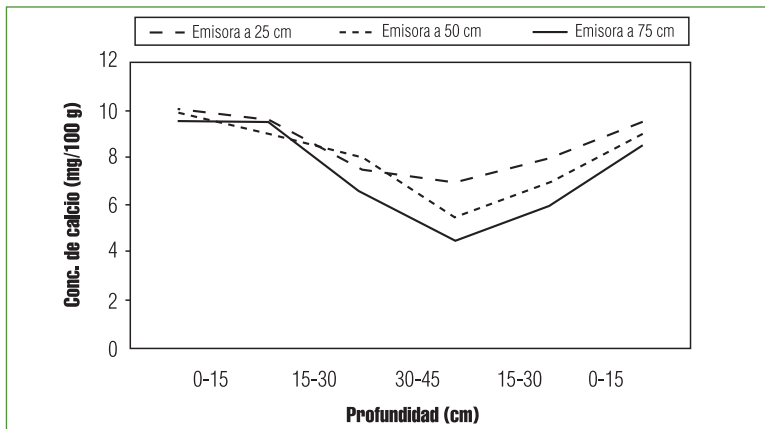
Los contenidos de nitrógeno en forma de nitrato en el suelo determinados por electrodo selectivo (figura 2) varían en los diferentes puntos, lo que se asocia a su gran movilidad dentro del bulbo y solubilidad en agua. Los mayores niveles de nitrato se han encontrado en los puntos más distantes del emisor y por lo tanto más cercanos a las paredes del bulbo húmedo, lo que se corresponde con los valores obtenidos por Carnot (1994) en condiciones similares de suelo.

Generalmente, se plantea que en las plantas de cítricos, el nitrógeno constituye el elemento de mayor importancia desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, por lo que el crecimiento y producción se afectan drásticamente cuando su abastecimiento es insuficiente (Grass, 1987).

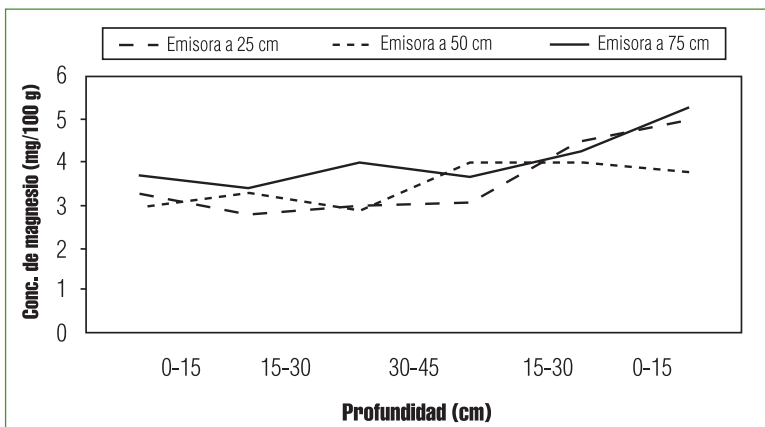
La absorción de nitrógeno por los cítricos es mínima en invierno, aumenta en primavera y presenta un máximo en la época de cuajado para disminuir progresivamente durante el verano; por ello, la “fertirrigación” nitrogenada debe realizarse lo más fraccionada posible de forma tal que el 60% del nitrógeno total se aporte hasta el cuajado y el 40% restante durante el verano (Giménez, 1990).

Al analizar el potasio en la figura 3 se observa que en las mayores profundidades aún existen cantidades significativas de este ion lo que corrobora lo reportado por diferentes autores en cuanto a la movilidad de este (Borrotto, 1996).

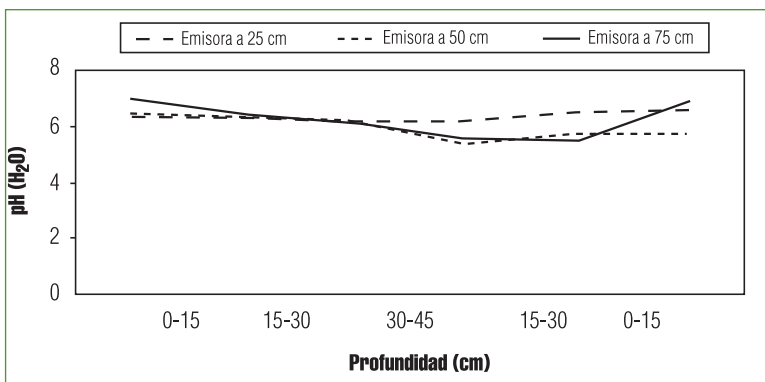
Para el fósforo (figura 4), se observan las concentraciones más elevadas en los puntos cercanos al emisor (a 25 cm) en ambos lados de este y una tendencia a disminuir su contenido con el incremento de la profundidad, lo que fue reportado por Giménez (1990), que aclara que, no obstante ser el fósforo poco móvil, no quiere decir que se fije bajo el punto de gota, sino que su movimiento es muy



**Figura 5**  
**Contenido de calcio**



**Figura 6**  
**Contenido de magnesio**



**Figura 7**  
**Contenido del pH**

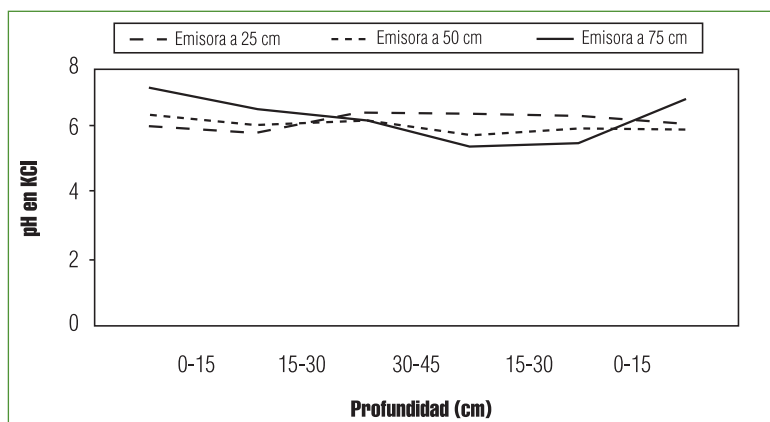
lento y tiende a concentrarse a unos 20 ó 30 cm del emisor.

Durante el análisis del comportamiento del ion calcio (Fig. 5), se observa de forma general que las mayores concentraciones se detectan en la cercanía del emisor (a 25 cm) y las menores a 75 cm de este, lo que justifica la poca movilidad de este ion con respecto a los estudiados anteriormente, los contenidos de este elemento son superiores en las profundidades de 0-15 cm, tendiendo a la disminución a medida que se incrementa la profundidad.

En cuanto al magnesio (Fig. 6), la movilidad en el plano horizontal no se comporta igualmente en las diferentes distancias al emisor, aunque prevalece que las mayores concentraciones se encuentran en las zonas más alejadas a este. Igualmente, los contenidos en las profundidades de 15-30 cm y 30-45 cm son inferiores con respecto a la capa más superficial.

El pH se mantuvo prácticamente constante (figuras 7 y 8) presentando valores aproximados entre 5 y 7, que son considerados como óptimos para el buen desarrollo de los cítricos (Borroto y De la Torre, 1991). El análisis del suelo se considera muy útil para las mediciones de pH ya que este parámetro afecta significativamente la disponibilidad del fósforo y de los microelementos (Obeza y col., 1993).

El muestreo de suelos se considera más eficaz, en áreas microirrigadas, dentro de la zona que humedece el emisor ya que es esta donde la concentración de raíces es superior; con respecto a los cítricos, se debe tener en cuenta entre otros factores, su amplia distribución tanto vertical como horizontal y el alto por ciento situadas en las cercanías de la superficie (Monselise, 1985). Se ha demostrado que el máximo de la densidad radical se observa en los alrededores de



**Figura 8**  
**Contenido del pH**

la planta y más concretamente entre esta y el emisor que es la zona influida por el abonado que aporta la “fertirrigación”.

### Conclusiones

- Las mayores concentraciones de fósforo, potasio, calcio y magnesio se encontraron en las menores profundidades del suelo.
- El contenido de nitrato resultó ser superior en la distancia a 75 cm del emisor, mientras que el calcio, magnesio, y fósforo lo fueron a 25 cm.
- El pH se mantuvo prácticamente constante al igual que la materia orgánica.

### Bibliografía

- Borroto Nordelo, C. y Borroto de la Torre, A. *Citricultura tropical*. Tomo I y II. 1991.
- Borroto, M. *Dinámica del potasio en un suelo ferralítico rojo compactado dedicado al cultivo de papa*. Tesis para opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. 1996.
- Cairo, P. y Quintero, G. *Suelos*. Editorial Pueblo y Educación. 1980, 366 pp.
- Carnot Córdova, C. *Determinación de la calidad del agua y del contenido de nutrientes del suelo en un área destinada a la fertirrigación en cítricos*. Trabajo de estancia. ISACA. 1994.
- Goyal, M.R., Rivero, L. E. y Santiago, C.L. *Nitrogen fertigation in drip irrigated peppers, tomatoes and eggplant*. Proc. of the third Int. drip/trickle. Irrigation Congress. Vol I: 388-392. 1985.
- Giménez Montesinos, M. *Cálculo informático de la fertirrigación por goteo de cítricos en plena producción y en desarrollo*. VI Jornada Agrícola Comercial. Casa Huelva. Levante Agrícola. 3er. Trimestre: 1990, 177-178 pp.
- Grass, G. *Los cítricos: algunos aspectos sobre su nutrición y fertilización*. EMPES-ISCAH. 62 pag. 1987.
- Naranjo Gutiérrez, M. y Nápoles, A. M. *Manual de evaluación para el mapa nacional de suelos escala 1:2500*. Sub-dirección Suelos y Agroquímica. Dirección de Suelos y fertilizantes. MINAG. 1977.
- Obreza, T.A.; Alva, A.K.; Harlon, E.A. y Rouse, R.E. "Citrus grove leaf-tissue and soil testing: sampling analysis and interpretation". *Citrus Industry*. Vol. 74(4): 68-71, 1993.