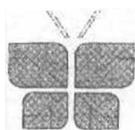


# ACTA BOTÁNICA CUBANA



No. 109

27 de marzo de 1998



INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y SISTEMÁTICA

# Efecto de seis cepas de hongos micorrizógenos arbusculares sobre la nutrición de plantas de cítrico en vivero\*

Irma IZQUIERDO, María J. GARCÍA, y Julia AZCUY\*\*

**ABSTRACT:** The influence over the inoculation with strains of micorrhizal arbuscular fungi in the upon the taking of the soil macronutrients (NPK) as well as their assimilation by mandarin Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) in nurseries is evaluated. A ferralitic red soil without organic and chemistry enmendation, with pH = 7.1 were used. The analysis of the nutritional contents and their relationship with other evaluated items permitted to corroborate the effectiveness of the arbuscular mycorrhizae (AM). As it regards the phosphorus absorption we may say, that it was possible to observe several increase of this element in inoculated plants with *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*. It might be observed and outstanding an increase of level the N, P and K nutrients in inoculated plants with *Glomus spurcum* and *Glomus aggregatum* followed by *Glomus manihous*. Due to the efficiency of these strains of AM fungi, some considerations about of their application might be established, with more use perspectives for the development of this citric pattern

**KEY WORD:** arbuscular mycorrhizae, captation, translocation, Citrus

## INTRODUCCIÓN

Las micorrizas son realmente los principales órganos de la captación de nutrientes por la mayoría de las plantas (Harley y Smith, 1983). Ocupan especial atención las del tipo vesículo - arbuscular, por constituir la simbiosis micorrizica más extendida sobre el planeta, tanto por el número de hospedero como por su distribución geográfica. Diferentes autores le han atribuido a las micorrizas arbusculares el hecho de contribuir a la estimulación del desarrollo de las plantas y ser capaces de mejorar eficientemente la absorción de las raíces, propiciando incrementos en la concentración de los nutrientes minerales en las mismas. Marx *et al.* (1971); Kleinschmidt y Gederman, (1972); Tucker y Anderson (1972) señalan que los cítricos son dependientes de las micorrizas y que éstos cuando no son micorrizados pueden ser afectados severamente en suelos bajos de fósforo. Es nuestro interés evaluar la influencia que ejerce la inoculación con diferentes cepas de hongos micorrizógenos arbusculares en la captación y translocación de los macronutrientes NPK por ser considerados estos elementos de gran importancia en el metabolismo vegetal. Con el objetivo de dar a conocer algunos resultados de interés que conlleven a la selección de cepas de hongos micorrizógenos arbusculares eficientemente capaces de mejorar la nutrición de las plantas de mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*, Hort. ex Tan), se realizó el presente trabajo.

---

\*Manuscrito aprobado el 15 de enero de 1998

\*\*Instituto de Ecología y Sistemática. Apartado 8029, La Habana, C.P. 10800. Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el vivero perteneciente a la Empresa de Cítricos " Ceiba del Agua" Caimito, Provincia Habana, durante 17 meses con el empleo de suelo Ferralítico Rojo sin enmienda orgánica ni previa esterilización.

El patrón utilizado fue mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*, Hort ex, Tan), de amplio uso comercial.

La agrotecnia del cultivo se realizó según las normas técnicas del Ministerio de la Agricultura (Instructivo Técnico, 1990); exceptuando la aplicación de fertilizantes de fórmula completa y plaguicidas. A los siete meses del crecimiento de las plantas y antes del injerto se le suministró nitrógeno en forma de urea a razón de 10 g por bolsa de 12.5 kg de suelo.

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar para los siete tratamientos seleccionados incluido el testigo de producción o cepa nativa (NAT), se evaluaron cinco réplicas por tratamientos inoculados con las cepas siguientes:

IES-1: *Glomus fasciculatum*. (Thaxter) Gerdemann ( Trappe emend Walter and Koske. Cepa LPA-7 de la Station J'Amelioration des Plantes, INRA, Dijon, Francia.

IES-2: *Glomus manihotis*. Howeler Sieverding ( Schenck. Cepa de colección E. Sieverding, CIAI, Colombia.

IES-3: *Glomus spurcum*. Clasificada por J. Morton en 1995. Procedente de Topes de Collantes, La Felicidad, Villa Clara, Cuba.

IES-4: *Glomus aggregatum* Schenck ( Smith emend Koske. Topes de Collantes, La Felicidad, Villa Clara, Cuba.

IES-5: *Glomus mosseae* (Nicolson ( Gerdemann) Gerdemann ( Trappe. Topes de Collantes. La Felicidad, Villa Clara, Cuba.

IES-9: *Glomus intraradices* Schenck ( Smith. Colección de S. Palacios, UNAM, México.

La cosecha experimental se realizó a los 17 meses de crecimiento de las plantas. Las muestras fueron secadas a peso constante 70°C para determinar el peso seco del follaje y su posterior análisis nutricional.

En la tabla I aparecen las características agroquímicas del suelo.

Los métodos de análisis químicos empleados fueron los siguientes: pH por dilución suelo solución H<sub>2</sub>O Y KCl 1:2,5; materia orgánica por Springer Klee (Thum et al., 1955); nitrógeno total por Kjeldhal (Tiurin y Kononova, 1984), fósforo asimilable por el procedimiento de Bray Kurtz (Jackson, 1958), los cationes cambiabiles (K, Ca y Mg) fueron extraídos por lixiviación con acetato amónico 1N y determinado por fotometría de llama y complejometría, respectivamente. La digestión foliar se realizó con peróxido de hidrógeno- ácido sulfúrico y el nitrógeno se determinó por colorimetría (complejo indofenol) ( MINAGRI, CIF, 1975); el fósforo por formación del complejo fosfomolibdico azul y cationes cambiabiles por fotometría de llama y complejometría.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente mediante análisis de varianza para conocer

las diferencias significativas entre los tratamientos y en los casos necesarios se realizó el test de Rangos Múltiples de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio obtenidos en la parte foliar de las plantas de mandarina Cleopatra, aparecen agrupados en la Tabla 2.

Los mayores valores referidos al contenido de nitrógeno se observan en los tratamientos inoculados con las cepas *G. manihotis*, *G. spurcum* y *G. aggregatum*, los que se diferenciaron significativamente del resto. Este resultado coincide con los mayores valores de altura total, peso seco de biomasa foliar (PSFo) y peso seco de raíces (PSR) (Tabla 3), lo que evidencia la importancia de este elemento en la fase de crecimiento en este patrón de cítrico.

Se observa que el crecimiento y la producción de hojas fueron favorecidas en gran medida por la acción de las cepas de MA antes mencionadas, asociadas a un mejor aprovechamiento en la captación de las fuentes de nitrógeno.

En cambio la inoculación con *G. fasciculatum*, *G. mosseae* y *G. intraradices* que no mostraron diferencias significativas con respecto a los valores de este elemento en las plantas colonizadas con cepas nativas, presentaron menor efectividad en la absorción y translocación de nitrógeno. Estos resultados indican que probablemente las cepas *G. fasciculatum* y *G. intraradices* utilizan mayor cantidad de fotosintatos para satisfacer sus demandas energéticas e incrementar su desarrollo. al observarse un elevado porcentaje de infección del hongo y una disminución de la biomasa foliar y la altura de la planta.

Diversas demostraciones se han referido a las depresiones del crecimiento en algunas plantas inoculadas con hongos micorrizógenos; Poole, B.C. y Sylvia, D.M.(1987) exponen la existencia de un drenaje de carbono fotosintético mayor hacia el hongo en algunas cepas, lo que induce un detenimiento del crecimiento de la planta o su menor tamaño con respecto a otros tratamientos. Guillemín *et al* (1984) enuncia que la máxima eficiencia pudiera estar relacionada con la simbiosis y el mínimo consumo de fotosintatos lo que redundaría en una mayor posibilidad para la formación de biomasa por parte de la planta.

El contenido de fósforo en la parte foliar mostró incrementos superiores aunque no significativos en los tratamientos inoculados con *G. mosseae* y *G. intraradices* con relación a los tratamientos inoculados con *G. manihotis*, *G. spurcum* y *G. aggregatum*. Los menores valores correspondieron al tratamiento inoculado con *G. fasciculatum* que fue tres veces inferior al valor obtenido por *G. mosseae* y similar al testigo de producción (NAT). En la tabla 3 se puede apreciar que a pesar que *G. fasciculatum* presenta bajos contenidos de fósforo, los valores de peso seco de raíz y porcentaje de colonización tienden a ser altos. Este resultado concuerda con los reportados en la literatura, referido a que cuando la planta se encuentra deficitaria de fósforo, el incremento en la capacidad de adquirirlo por parte de las MA lleva consigo una estimulación al desarrollo y la productividad siempre que no hayan otros factores limitantes en el crecimiento (Gianinazzi-Pearson y Azcón-Aguilar, 1991)

Por otra parte si tenemos en consideracion los criterios de Rodríguez y Ulehlová (1986), basado en la eficiencia, dado por la cantidad de nutrientes a invertir en la producción de biomasa, podemos inferir que los tratamientos inoculados con las cepas *G. mosseae* y *G. intraradices* tuvieron que movilizar 4.20 y 3.6 mg/g de fósforo, respectivamente, para producir 1g de hojas, mientras que los tratamientos inoculados con las cepas *G. manihotis*, *G. spurcum* y *G. aggregatum* que fueron los más productivos, solamente tuvieron que movilizar 1.23, 1.26 y 1.14 mg/g del elemento correspondiente para producir 1g de hojas en cada tratamiento, en este sentido se presentan estos tratamientos con un funcionamiento eficaz en la absorción y translocación de fósforo. Hasta el momento se desconoce cuales mecanismos de la simbiosis MA pueden estar directamente asociados a la mejora de la solubilización del fósforo insoluble, pero diferentes investigaciones muestran un marcado efecto de las MA sobre grupos funcionales de microorganismos del suelo en la micorrizosfera (Orozco,1984; Meyer y Linderman, 1985; Ames y Bethlenfaluay,1987).

En cuanto al contenido de potasio se obtuvieron incrementos notables en los tratamientos inoculados con *G. manihotis* y *G. spurcum* con relación a aquellas inoculadas con *G. fasciculatum*, *G. intraradices* y la cepa nativa.

Las fluctuaciones apreciables de las concentraciones de potasio en los diferentes tratamientos, muestran similitud con las variaciones observadas en los contenidos de nitrógeno lo que nos hace pensar en una relación sinérgica donde la concentración relativa de uno a otro posibilitó a la planta absorberlo armónicamente (Epstein, 1972). Ambos están correlacionados significativamente para  $P > 0.05$  y  $r = 0.60848$ .

Diferentes investigaciones han demostrado la importancia que sobre el desarrollo vegetal tiene el balance nutricional, fundamentalmente entre las relaciones (N/P, K/P y N/K). Epstein. (1972) considera un balance nutricional adecuado cuando el nitrógeno es ligeramente mayor que el potasio (1.5 veces). Herrera *et al.*(1984) presuponen que el balance de nutrientes existe cuando las proporciones de los macroelementos principales N, P y K, son tales que las relaciones N/P y K/P son semejantes y por tanto N/K se aproximan a la unidad.

En la tabla 4 aparece el balance de macronutrientes en el material vegetal. Se observa que los tratamientos inoculados con *G. manihotis*, *G. spurcum* y *G. aggregatum* se acercan a estos criterios y son precisamente los que han obtenidos mejor desarrollo de acuerdo a los resultados demostrados en la tabla 3, superando el balance encontrado en los tratamientos con *G. fasciculatum* y la cepa nativa (NAT). En cambio es notorio el desbalance observado en los tratamientos con *G. mosseae* y *G. intraradices*, lo que advierte que este pudo ser el responsable en la disminución de la productividad en estas inoculaciones, dada por la mayor eficiencia en la absorción del fósforo de estas cepas.

## CONCLUSIONES

- Los tratamientos inoculados con las cepas MA superan a las plantas testigos en la concentración de los macronutrientes.

- Las cepas *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices* no mostraron efectividad en la captación y translocación de fósforo al no presentar índices de productividad satisfactorios.
- El tratamiento con *Glomus fasciculatum* no resultó eficiente en cuanto a su acción translocadora de nutrientes.
- El balance armónico de los nutrientes : nitrógeno, fósforo y potasio en las plantas inoculadas con *Glomus spurgum*, *Glomus aggregatum* y *Glomus manihotis*, en correspondencia con el desarrollo eficiente del hospedero y la necesidad de las plantas en crecimiento, favoreció la producción de biomasa en las plantas de mandarina Cleopatra.

## REFERENCIAS

- Ames, R.N. and Bethlenfalvay, G.J.(1987): Mycorrhizal fungi and the integration and soil nutrient dynamic. *Journal of Plant Nutrition*. 10:1313-1321.
- Epstein, E.(1972): *Mineral nutrition of plants*. Principles and perspectives. John Wiley and Sons.
- Gianinazzi-Pearson, V. and C. Azcón-Aguilar(1991): Fisiología de las micorrizas vesículo-arbusculares. *Fijación y movilización biológica de nutrientes*. Vol. II pp. 175-202.
- Guillemin, J.P., S. Gianinazzi, V. Gianinazzi-Pearson and J. Marchal (1994) Control by arbuscular endomycorrhizae of *Pratylenchus brachyurus* in pineapple microplants. *Agricultural-Science in Finland V*. 3(3), P 253-262.
- Herrera, R.A.; R.L. Ferrer; M.O. Orozco, G.Hernández y V. Vancura (1984): Fertilización y micorrizas VA. II. Análisis del balance de macroelementos en varios experimentos. *Acta Botánica Cubana*. 20:111-142.
- Jackson, M.(1958): Soil Chemistry. *Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs*. New York. 662 p.
- Kleinschmidt, G.D. and J.W. Gedermann (1972): Studing of citrus seeding in fumigated nursely soils related to the abesnce of endomycorrhizae. *Hytopathology*. 62:1447-1453.
- Merx, D.H., W.C. Bryan and W.A. Campbell(1971): Effects of endomycorrhizae formed by *Endogone mosseae* on growth of citrus. *Mycology*. 63:1222-1226.
- Meyer, J.R. and R.G. Lindermann (1985): Selective influence of VAM on same funcional groups of rhizophere bacteris and actinomycetes In: Molina, R.(ed.). *Procceding of the 6th North American Conference on Mycorrhizae*, 302 Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corallis.

- Ministerio de la Agricultura y Centro de Investigaciones Forestales(1975): Técnicas Analíticas de Laboratorio. *CIDA*. La Habana, 30 p.
- Ministerio de la Agricultura y Unión de Empresas de cítricos(1990): Instructivo Técnico para el cultivo y Beneficio de los Cítricos. I. *CIDA*. La Habana.118.
- Orozco, M.O., Fernández, C., Prikryl, Z., Vancura, V. Y Herrera, R.A.(1984): Observaciones del micelio extramático de las micorrizas vesículos-arbusculares al microscopio electrónico de barrido. *Acta Botánica Cubana*. 20:88-92.
- Poole, B.C. y Sylvia, D.M.(1987): VA Mycorrhizal Status of *Myrica cerifera* 7th North American Conference on Mycorrhiza May, 3-8, 1987, *Programs and Abstracts* p.62.
- Rodríguez, M.E. Y Ulehlová, B.(1986): Ciclo de macr en el sistema detritus-suelo en dos ecosistemas de bosque en Sierra del Rosario. *Rev. Jardín Botánico Nacional*,7(9): 63-72.
- Thum, R., Hermann R, Y Knickmann, E.(1955): Die untersuchungan Boden (Methoden Buck) *Neumann Verlag Radebeul, Berlin*. Vol 1, 271p.
- Turin, I.V. Y M.M. Kononova(1984): Método de determinación de nitrógeno total. *Práctica de Edafología I.S. Kauricher. Edit. MIR. Moscú*. pp. 161-163.
- Tucker, D.P.H. and C.A. Andeson (1972): Correlation of citrus seeding stunting on fumigated soils by phosphate applications. *Pre. Fla. State Hort. Soc*. 85:10-12.

Tabla 1. Características agroquímicas del suelo.

| pH                    | MO  | N    | P                       | K        | Ca       | Mg       |      |
|-----------------------|-----|------|-------------------------|----------|----------|----------|------|
| H <sub>2</sub> O KCl. | %   | %    | P Cmol.Kg <sup>-1</sup> | meq/100g | meq/100g | meq/100g |      |
| 7.1                   | 6.5 | 1.97 | 0.62                    | 20.25    | 0.44     | 11.82    | 6.22 |

Tabla 2. Valores medios de (NPK) determinados en el contenido foliar en plantas de mandarina Cleopatra.

| Tratamientos | % N    | % P     | % K     |
|--------------|--------|---------|---------|
| IES 1        | 0.93 b | 0.085 b | 1.32 bc |
| IES 2        | 3.17 a | 0.166 a | 3.25 a  |
| IES 3        | 2.74 a | 0.166 a | 2.76 a  |
| IES 4        | 2.66 a | 0.162 a | 2.16 ab |
| IES 5        | 1.14 b | 0.25 a  | 2.35 ab |
| IES 9        | 0.91 b | 0.19 a  | 1.6 bc  |
| NAT          | 0.65 b | 0.65 b  | 0.6 c   |

NAT: Testigo de producción.

Valores con letras iguales dentro de una misma columna no difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

Tabla 3. Influencia de las cepas de micorrizas VA en la altura, peso seco foliar (PSFo), peso seco de raíz (PSR) y porcentaje de colonización micorrizica (% INF) sobre el desarrollo de plantas de mandarina Cleopatra. Valor medio de los tratamientos. (García *et al.*, inédito).

| Tratamientos | Altura<br>(cm) | PSFo<br>(g) | PSR<br>(g) | INF<br>(%) |
|--------------|----------------|-------------|------------|------------|
| IES 1        | 113.6 b        | 55.4 b      | 61.0 abc   | 60.4 ab    |
| IES 2        | 154.0 a        | 135.0 a     | 80.8 ab    | 49.0 b     |
| IES 3        | 143.6 a        | 131.9 a     | 62.4 abc   | 62.2 a     |
| IES 4        | 149.4 a        | 141.9 a     | 88.5 a     | 56.4 ab    |
| IES 5        | 100.6 bc       | 59.7 b      | 44.5 c     | 53.6 ab    |
| IES 9        | 113.8 b        | 53.0 b      | 51.2 bc    | 58.6 ab    |
| NAT          | 90.2 c         | 40.0 b      | 60.5 abc   | 48.2 b     |

Valores con letras iguales dentro de una misma columna no difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

Tabla 4 Balance de macroelementos (NPK) foliar

| Tratamientos | Relaciones entre macroelementos |            |            |
|--------------|---------------------------------|------------|------------|
|              | <u>N/P</u>                      | <u>K/P</u> | <u>N/K</u> |
| IES 1        | 10.94                           | 15.53      | 0.7        |
| IES 2        | 19.09                           | 19.58      | 0.97       |
| IES 3        | 16.30                           | 16.43      | 1.0        |
| IES 4        | 16.54                           | 13.46      | 1.23       |
| IES 5        | 4.52                            | 9.4        | 0.48       |
| IES 9        | 4.79                            | 8.42       | 0.56       |
| NAT          | 13.0                            | 16.0       | 0.8        |