

MICORRIZAS VESICULO ARBUSCULAR ASOCIADAS CON CITRICOS EN EL VALLE DE AZAPA, I REGION (CHILE) ¹

VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (VAM) ASSOCIATED WITH CITRUS TREES IN THE AZAPA VALLEY, I REGION (CHILE)

Mauricio Jiménez Roco ², Pedro Gallo Donoso ³.

RESUMEN

Este trabajo entrega resultados preliminares obtenidos de un estudio sobre las micorrizas vesículo arbuscular. La infección de estos hongos en las raíces de cítricos y la ocurrencia de esporas a nivel de la rizósfera, bajo las condiciones de campo en el valle de Azapa, en la I Región de Chile.

ABSTRACT

This paper report preliminary results of a survey on Vesicular arbuscular mycorrhizal infection in citrus roots and the occurrence of spores in the rhizosphere under field conditions in the Azapa valley, I Region (Chile).

INTRODUCCION

Menge et al. (1977) en su importante contribución sobre la utilización de hongos micorrízicos en viveros de cítricos señala que este tipo de hongo es muy sensible a la fumigación con bromuro de metilo y que algunas especies son eliminadas por exposiciones de más de siete horas a 12.000 ppm. de este fumigante.

El mismo autor op. cit. indica que la dependencia micorrízica (DM) en cítricos varía de acuerdo al patrón y ésta se puede definir como "el grado en el cual una planta es dependiente de la condición micorrízica para producir un máximo de crecimiento y cosecha a un nivel dado de fertilidad de suelo". Esta dependencia es a menudo expresada como la relación entre el peso de plantas micorrizadas y el peso de plantas no

1. Este trabajo forma parte del proyecto "Investigaciones en cítricos y lúcumos en el valle de Azapa" que contó con financiamiento del Fondo de Investigaciones de la Universidad de Tarapacá.

2. Ingeniero Agrónomo, Instituto de Agronomía. Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D, Arica, Chile.

3. Ingeniero de Ejecución Agrícola, Instituto de Agronomía, Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D, Arica, Chile.

micorrizadas. Una relación de dependencia de 1.0 indica que la planta no es dependiente de la micorriza para su crecimiento.

En el caso de los cítricos la relación de dependencia micorrízica puede ser tan alta como 26, esto quiere decir que los cítricos micorrizados pueden ser 26 veces más desarrollados que los cítricos no micorrizados.

El mismo autor op. cit. establece que 78 de 79 huertos y viveros de cítricos en California y 63 de 65 huertos y viveros de cítricos en Florida están también asociados con hongos micorrízicos.

Las especies de hongos micorrízicos asociados a los cítricos en Florida incluyen *Glomus fasciculatus*, *Glomus macrocarpus*, *Glomus mosseae*, *Glomus caledonius*, *Sclerocystis sinuosa* y *Gigaspora margarita*. En California son *Glomus fasciculatus*, *Glomus macrocarpus*, *Glomus microcarpus*, *Glomus mosseae*, *Glomus caledonius*, *Glomus monosporus*, *Glomus constrictus* y *Sclerocystis sinuosa*.

Los cítricos han mostrado una respuesta positiva en cuanto al crecimiento cuando están asociados a las especies *G. fasciculatus*, *G. mosseae* y *Gigaspora margarita*.

La ecología y habitat de otros hongos micorrízicos vesículo arbuscular deben ser estudiados para poder determinar cual de ellos aporta mayor beneficio bajo determinadas condiciones de suelo y condiciones de medio ambiente.

Redhead (1979) expresa que la asociación micorrízica es esencial para el crecimiento de algunos géneros de plantas cultivadas como por ejemplo, *Citrus* sp. y *Pinus* sp. Señala también que la investigación agroforestal debería considerar la relación tripartita, suelo-planta-hongo y no solamente la relación suelo-planta. Hace importante mención además sobre la necesidad de investigar los efectos de esterilizantes de suelo y fungicidas sobre la relación micorrizal.

Menge et al. (1982) establecen que bajo condiciones de invernadero el hongo micorrízico

Glomus fasciculatus acrecentó significativamente el desarrollo de *Troyer citrange* (*Poncirus trifoliata* L.)

Los hongos micorrízicos aumentan las concentraciones de nutrientes que están presentes en cantidades inadecuadas a nivel foliar y disminuye las concentraciones foliares de nutrientes que podrían ser absorbidos en exceso. De esta manera se establece una forma de regulación de concentraciones internas de nutrientes en los cítricos.

Schenk (1981) sostiene que los tres tipos generales de Micorriza son, ectomicorriza, endomicorriza y ectoendomocorriza. Los dos primeros tipos han sido estudiados.

Hussey et al. (1982) afirman que los hongos micorrízicos vesículo arbuscular pueden limitar la actividad de los nemátodos y mejorar el crecimiento de las plantas.

Abbot et al. (1982) establece que supone que los hongos micorrízicos vesículo arbuscular podrían ser usados para incrementar la eficiencia de los fertilizantes fosfatados en la agricultura y que se necesita mayor información acerca de la ecología de estos hongos en los suelos.

Ipinza et al. (1983) en su detallado trabajo indica que los hongos micorrízicos establecen una simbiosis biotrófica que posee una morfología y fisiología particularmente compleja. Cita al científico alemán Frank quien en 1885 dió el nombre de micorriza a estos hongos simbióticos.

La historia de las micorrizas según el mismo autor (op. cit.) se remonta al comienzo de la colonización de la superficie terrestre por las plantas, entre el Silúrico y el Devónico, o sea, hace 400 millones de años.

Olivares et al. (1985) indica que las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se desarrollan entre las raíces de la mayoría de las especies vegetales superiores y ciertos hongos del suelo. Es una simbiosis catalogada como "casi universal" no sólo por el número de plantas susceptibles de ser micorrizadas, sino también por su ubicuidad en la mayoría de los habitats naturales.

Abelson (1985) establece que en líneas generales el crecimiento de la vegetación puede ser substancialmente acrecentado por la presencia de hongos simbióticos de la micorriza. El beneficio de la relación puede incluir el mejoramiento de la eficiencia en la captación del fósforo, tolerancia a la sequía, una tolerancia más amplia al pH y resistencia a ciertos patógenos.

Suelos marginales pueden ser incorporados al cultivo haciendo uso de los hongos micorrízicos vesículo arbuscular, ya que estos aumentan la tolerancia a la salinidad y a la sequía.

Olivares et al. (op. cit.) (1985) establece que las micorrizas vesículo arbuscular no sólo incrementan la biomasa vegetal, sino que también influyen la proporción en la cual ésta se distribuye entre partes aérea y raíz.

La estimulación en la captación de nutrientes y la translocación de ellos a la parte aérea ocasiona que se transfieran a la raíz menos productos de la fotosíntesis y que una mayor proporción de estos sea retenida en la parte aérea y utilizada en la producción de materia verde. Esto es muy interesante bajo el punto de vista bioenergético, ya que representa un ahorro de transferencia de fotosintato a la parte heterotrófica (consumidora) del sistema en beneficio de un incremento de la biomasa autotrófica. Como consecuencia la "relación peso seco de parte aérea: peso seco de raíz" es normalmente más alta en plantas micorrizadas.

Existe numerosa literatura sobre áreas temáticas como fisiología, factores ecológicos que condicionan su establecimiento, desarrollo, función y lo relacionado con las posibilidades de manejar el sistema de los hongos micorrízicos vesículo arbuscular con el fin de la aplicación potencial de esta simbiosis en la agricultura.

Como lo ratifica Smith (1987) la importancia de las Micorrizas Vesículo Arbuscular (MVA) en la captación de nutrientes está bien documentada y probablemente subestimada en la mayoría de los cultivos.

Investigaciones realizadas bajo condiciones de invernadero han indicado también que estos

hongos simbiotes de la raíz tienen el potencial de neutralizar o compensar el daño de nemátodos fitoparásitos. Aún faltan ensayos que realizar en condiciones de campo, de tal manera de poder evaluar todos los beneficios que generan este tipo de hongos.

Van Gundy (1986) señala que ha sido demostrado que los hongos de la micorriza moderan el impacto de la infección de nemátodos en el crecimiento vegetal.

Smith op. cit (1987) deja establecido que ha sido comprobado que los hongos de la Micorriza Vesículo Arbuscular afectan el desarrollo o crecimiento de las raíces, exudación radicular, absorción de nutrientes y la respuesta fisiológica de los hospederos a factores relacionados con el stress. Esto significa que al parecer las micorrizas V.A. no interactúan directamente con los nemátodos fitoparásitos a pesar de su proximidad a los tejidos de la raíz. Más parece ser, que los hongos alteran al hospedero tanto física como fisiológicamente y esto indirectamente afecta la relación hospedero-nemátodo. Mientras estas hipótesis no estén sustentadas por estudios dan u ofrecen un interesante campo para futuras investigaciones.

Hall (1987) señala que en la actualidad son reconocidos nueve géneros en la familia Endogonaceae: el género *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Sclerocystis*, *Entrophospora*, *Glaziella*, *Complexis*, *Modicella* y *Endogona*. Los cinco primeros géneros se conocen como formadores de micorriza vesículo arbuscular.

Ho (1987) en estudios en el desierto alto oriental del Estado de Oregon, conocido como desierto Alvord, determinó la presencia de hongos micorrízicos vesículo arbuscular en las raíces de dos especies de pastos halófitos *Festuca idahoensis* y *Distichlis stricta*. Una abundante cantidad de esporas fueron aisladas en este riguroso ecosistema. Un 80% estuvo constituida por la especie *Glomus mosseae* y el resto por la especie *Glomus macrocarpus*. El rango de pH del suelo determinado fue desde 9.2 a 10.5. El número de esporas encontradas fue inversamente proporcional a la concentración de sodio en el suelo.

El mismo autor op. cit. (1987) señala que el uso de hongos de las micorrizas vesículo-arbuscular para aumentar la tolerancia de las plantas a las sales en tierras desérticas podrían ayudar al desarrollo de vastas extensiones de terrenos con estos pastos halófitos y eventualmente mejorar la mayoría de suelos altamente salinos para la producción de cultivos.

Smith op. cit. (1987) señala que ha sido demostrado que la colonización de las raíces por micorriza V.A. afecta la exudación de éstas. Estos cambios pueden alterar la atracción quimostática de los nemátodos hacia las raíces, afectando la eclosión en aquellas especies de nemátodos que requieren estímulo para la eclosión o directamente retardan el desarrollo de éstos dentro de la raíz.

Cambios en las hormonas, aminoácidos y la permeabilidad de la membrana celular de las raíces han sido atribuidas a la simbiosis micorrízica. De este modo los hongos de la Micorriza Vesículo-arbuscular pueden inhibir las actividades de los nemátodos por la alteración que producen en la fisiología de la raíz.

La producción o el aumento de la proporción de compuestos que poseen propiedades nematostáticas en las raíces micorrizadas, es una posibilidad que justifica plenamente una investigación futura.

Menge et al. (1977) informa que en California, en estudios efectuados con respecto a la correlación entre factores de suelo y número de esporas, indican que a más alto contenido de fósforo existe menor contenido de esporas de la micorriza vesículo arbuscular ($r = -0.46$; $p = 0.01$).

El hecho de que el fósforo puede inhibir la infección y la producción de esporas ha sido bien documentado para algunas plantas. También, mientras la materia orgánica se acrecienta, el número de esporas decrece ($r = 0.27$; $p = 0.05$). No se ha observado correlación entre el número de esporas y textura del suelo, pH, sales solubles, nitrato N, K, Na, Ca, Mg, B y Cl.

Menge et al. (1982) informa que resultados de estudios experimentales revelan que la respuesta al crecimiento de Troyer Citrange debido a los

hongos micorrízicos vesículo arbuscular fue eliminado por fertilización con fósforo en un suelo deficiente sólo en este elemento, cuando el fósforo extractable del suelo llegó a 34 ppm.

Barea (1988) señala que desde el punto de vista ecofisiológico el conocimiento de cual es el potencial en micorrizas V.A. del suelo en una zona es muy importante. Si éste fuera suficiente el objetivo es preservarlo mediante prácticas agrícolas adecuadas.

En caso de que el potencial M.V.A. sea insuficiente se debe tratar de reforzarlo y en ocasiones sustituirlo por medio de la inoculación con micosimbiontes adecuadamente seleccionados.

De acuerdo a varios autores, los factores que afectan la formación y efecto de la M.V.A. son los siguientes:

- a) El grado de dependencia de la planta
- b) El nivel de fertilidad del suelo y
- c) El tamaño y eficacia de las poblaciones de hongos

La mayoría de los estudios publicados sobre el tema indican que una premicorrización protege a la planta de hongos patógenos tales como *Phytophthora*, *Thielaviopsis*, *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Gaeumannomyces*, *Sclerotium*. En otras situaciones se ha encontrado ausencia de efecto protector. En el caso de nemátodos fitoparásitos las investigaciones sobre el efecto de los hongos Micorrízicos Vesículo Arbuscular, ha estado centrado en su efecto principalmente sobre los nemátodos fitoparásitos sedentarios del género *Meloidogyne* que a nivel mundial causan graves pérdidas en los cultivos.

Resumiendo estos estudios indican que la precolonización de la planta con estos hongos aumenta la tolerancia al fitoparásito y reduce la reproducción de éste.

En algunos estudios se ha llegado a la conclusión que estos hongos por su efecto en el incremento en el vigor de la planta debido al aporte de fósforo aumenta la tolerancia a nemátodos. Con respecto a los otros tipos de nemátodos fitoparásitos los efectos parecen ser similares.

Como conclusión, se puede resumir (sec. Barea 1988) que los hongos micorrízicos vesículo arbuscular se muestran como un aliado importante en el control integrado de enfermedades de las plantas. Se señala que el efecto profiláctico no se presenta para todas las especies, ni para todos los agentes patógenos.

Olivares et al. (1985) indica que la adición de cantidades bajas, de Fósforo es compatible e incluso complementaria con este tipo de hongos en la estimulación del crecimiento de la planta pero al incrementar la dosis, se comienza a interferir en la formación de la simbiosis, llegándose incluso a la inhibición.

Es conocido que las respuestas a las MVA tienden a ser mayores en suelos deficitarios en Fósforo asimilable, por lo que es de importancia determinar la concentración de fosfato soluble o disponible en el suelo. Teniendo en cuenta que en algunas ocasiones para obtener una cosecha máxima se requiere usar combinadamente fertilizantes fosforados junto con estos hongos se hace estrictamente necesario un estudio previo de las dosis a emplear, a objeto de que no se produzca una inhibición de la formación o funcionamiento de estos.

Se sabe que en suelos de pH inferior a 6.5 en los que ocurre una liberación más o menos lenta de iones de fosfato hongos micorrízicos vesículo arbuscular estimulan la capacidad de las plantas para utilizar estas formas de fósforo.

Con respecto a la temperatura al incrementarse ésta hasta un máximo de 30°C comienza un decrecimiento de la infección y por encima de los 40°C se inhibe por completo.

La humedad óptima para que se desarrollen es la misma óptima para la planta.

Existen mecanismos de tipo fisiológico en el funcionamiento de estos hongos, como por ejemplo se ha demostrado que la constante aparente de Michaelis (Km) es más baja en raíces micorrizadas que en las no micorrizadas. Por lo anterior, el umbral mínimo es más bajo para las raíces micorrizadas, las cuales son capaces de tomar el Fósforo en suelos con

incluso menos de 3 mg/Kg de fósforo extracable con CO₃ HNa.

Kleinnschmidt et al. (1972) indican que la principal causa del crecimiento pobre en cítricos en suelos fumigados o tratados con calor es la ausencia de hongos micorrízicos endógenos más bien que la toxicidad del suelo.

Ros (1971) señala que la tendencia a un menor desarrollo de estos hongos debido a un incremento en la fertilización concuerda con los resultados obtenidos por muchos investigadores.

Menge (1982) señala que niveles extremadamente altos de Na (11 meq/100g.) y Fe extractable (227 ppm) son tóxicos para las plantas y los hongos micorrízicos pueden moderar estos efectos a pesar de que los niveles de Fósforo, Manganeso y Zinc no sean los adecuados.

Barea op. cit. señala que al hablar de dependencia de los hongos micorrízicos vesículo arbuscular es importante referirse a la Hipótesis de Baylis. Las observaciones de este científico ponen de manifiesto que las especies de plantas del Orden Magnoliales, las Angiospermas más primitivas, ancestros de todas las Mono y Dicotiledóneas son especialmente dependientes de estos hongos para captar nutrientes.

Redente (1981) informa que plantas inoculadas con una combinación de hongos micorrízicos y *Rhizobium* crecieron y produjeron más que aquellas que fueron inoculadas solamente con *Rhizobium*.

Krikum et al. (1980) determinan que *Glomus mosseae* fue recuperado de suelos amarillos de Negev (Región de Israel). La inoculación de plantas jóvenes de Citrus sp con el hongo micorrízico acrecentó el desarrollo de las plantas en suelos de bajo contenido de Fósforo. El limón rugoso respondió más que el naranjo agrio.

Los hongos causaron concentraciones más altas de Fósforo y Cobre y menores concentraciones de Nitrógeno, Potasio y Calcio en las hojas de las plantas inoculadas.

Levy et al. (1980) refiriéndose al stress hídrico señala que la recuperación del limón

rugoso en plantas jóvenes fue mayor en plantas micorrizadas que en las no micorrizadas. Se comprobó que los hongos micorrízicos vesículo arbuscular afectaban la Conductancia estomatal, fotosíntesis y la acumulación de prolina en limón rugoso, pero no así en potencial de agua de las hojas, sugiriendo que esta asociación simbiótica tiene mayor influencia en la regulación estomatal.

Mendoza (1987) señala que Soya inoculada con *Glomus mosseae* y *Glomus fasciculatus* la simbiosis MVA incrementó significativamente la concentración de los isoflavomoides, glicolín, conestrol y daidzeín; el primero una fitoalexina altamente antifúngica y el segundo no inhibe hongos pero sí bacterias y nemátodos.

Conocidos los beneficios de la simbiosis, se justifica plenamente se trate de favorecer este recurso microbiológico buscando un manejo integral de los recursos biológicos y químicos que hagan eficiente y racional la lucha contra las enfermedades de las plantas.

Daniels et al. (1980) señala que los esporocarpios de *Glomus epigaeus* y *Glomus fasciculatus* a menudo contienen esporas hiperparasitadas aún cuando hayan sido producido en invernaderos. Dos de los más comunes son *Anguillospora pseudologissima* y *Himicola fuscoatra*.

Un tercer hiperparásito ha sido de *Glomus fasciculatus* y se trata de *Phlyctochytrium* sp.

El objetivo del presente estudio fue confirmar la presencia de estos micosimbiontes asociados con cítricos y su determinación taxonómica.

MATERIALES Y METODOS

Para determinar la presencia de Micorrizas V.A. en los huertos experimentales de Citrus del Instituto de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, se procedió a la recolección de 30 muestras de suelo al azar, a una profundidad de 10, 20, 30, 40 cm.

Para la separación de esporas del suelo se utilizó la técnica desarrollada por Jenkins (1964) para separar nemátodos del suelo.

Se mezclaron 10 g. de suelo con 10 ml. de agua en un beaker de 250 ml. y se procedió a su agitación. La suspensión se vació en un tamiz de 500 μ m que estaba colocado sobre otro de 44 μ m. El material contenido en el tamiz de 500 μ m se lavó con agua corriente por 15 min. pasando el contenido del tamiz de 44 μ m a un tubo de centrifugación de 50 ml. centrifugado por 4 min. a 1800 rpm. Decantando el agua se sacó el material orgánico de la pared interna. Aplicando una solución de azúcar (500 g. azúcar en 1 litro de agua) al residuo en el tubo se centrifugó por 2 min. a 1800 rpm. Decantando la solución en un tamiz de 44 μ m; las esporas se lavaron con agua pasándolas a papel de filtro para observaciones microscópicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Utilizando el Manual para la identificación de hongos micorrízicos arbusculares (Schenck et al. 1988) se logró identificar el Género *Glomus* sp.

Posteriormente se efectuó un envío de muestras de las esporas aisladas al especialista Dr. N.C. Schenck, profesor y curador del INVAM (International culture collection of V.A. Mycorrhizal fungi) de la Universidad de la Florida (USA) quien confirmó la determinación efectuada dando una serie de antecedentes científico-técnicos que serán de gran valor para continuar con futuras investigaciones en este campo.

La detección de la presencia de hongos micorrízicos Vesículo arbuscular en los huertos de cítricos prospectados en el valle de Azapa, obliga a futuro a tomar las adecuadas medidas de manejo, a objeto de preservar y/o incrementar este importante recurso microbiológico.

Según la opinión unánime de destacados científicos especializados, los hongos micorrízicos vesículo arbuscular aumentan la tolerancia de las plantas a la salinidad y a la sequía, siendo éste un factor muy importante en el desarrollo de vastas extensiones de terrenos desérticos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la autorizada colaboración prestada por los distinguidos especialistas Dr. N.C. Schenck, Ivonne Pérez de

la Universidad de la Florida; al Dr. Charles C. Porter de la Universidad de Fordham y también a la Srta. América Leiva, Químico Laboratorista por su colaboración en el procesamiento de las muestras de suelo en laboratorio.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A.D. (1982). "The role of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and the selection of fungi for inoculation". Aust. J. Agric. Res. 33, 389-408. (Abst. in Bibliography on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (1970-1982). S.R. Saif CIAT).
- ABELSON, P. H. (1985). "Plant Fungal Symbiosis". Science 229 (4714): 617.
- BAREA, J.M. (1988). "Las Micorrizas y la protección de cultivos". Jornadas de Fitopatología (El suelo en la patología vegetal). (Serie Jornadas Técnicas). Consejería de agricultura-Junta de comunidades Castilla la Mancha-Dirección General de Promoción y Desarrollo Agrario. Toledo España. 1988.
- DANIELS, B.A.; MENGE, S. A. (1980). "Hyperparasitization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi". Phytopathology 70 (7): 584-586.
- SIEVERDING, E. (1983). "Manual de Métodos para la investigación de Micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio". CIAT, Proyecto Micorriza. Cali Colombia. Marzo, 1983. 121 pp. 124 ref (mimeo).
- HALL, I. R. (1987). "Taxonomy and identification of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal fungi". Angew. Botanik 61: 145-152.
- HO, I. (1987). "Vesicular- arbuscular Mycorrhizae of Halophytic grasses in the Alvord Dessert of Oregon". Northwest Science, Vol. 61, N°3: 148-151.
- HUSSEY, R. S.; ROCANDORI, R. W. (1982). "Vesicular arbuscular Mycorrhizal may limit nematode activity and improve plant growth". Plant disease 66 (1): 9-13.
- INVAM (1985). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Plant Pathology Department.
- KLEINSCHMIDT, G. D.; GERDEMANN, J. W. (1972). "Stunting of Citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae". Phytopathology 62 (12): 1447-1453.
- KRIKUM, J.; LEVY, Y. (1980). "Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza on citrus growth and mineral composition". Phytoparasitica 8 (3): 195-200. Abstr.
- IPINZA, C. R. y GRANGE, M. M. (1983). "Micorrizas en Silvicultura". Próxima Década, Año 2 (17): 14-21.
- LEVY, Y.; KRIKUM, J. (1980). "Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza on Citrus jambhiri water relations". New Phytologist 85 (1): 25-31. Abstr.
- MENDOZA, I. A.; SANCHEZ de PRAGER, M.; SIEVERDING, E. (1987). "Efecto de algunos fungicidas sobre la interacción Rhizoctonia solani Kuhn-Micorriza vesículo arbuscular en Soya, Glycine max Merrill". Acta Agronómica. Palmira Colombia 37 (3): 18-33.
- MENGE, J. A.; NEMEC, S.; DAVIS, R.M.; MINASSIAN, V. (1977). "Mycorrhizal fungi associated with citrus and their possible interactions with pathogens". Proc. Int. Soc. Citriculture 3: 872-876.
- MENGE, J.A.; LEMBRIGHT, H. and JOHNSON, E.L.V. (1977). "Utilization of Mycorrhizal fungi in Citrus nurseries". Proc. Int. Soc. Citriculture, 1: 129-132.
- MENGE, J.A.; JARREL, W. M.; LABANAUSKAS, C. K.; OJALA, J. C.; HUSZAR, C.; JOHNSON, E. L. V.; SIBERT, D. (1982). "Predicting Mycorrhizal Dependency of Troyer Citrange on *Glomus fasciculatus* in California Citrus soils and Nursery Mixes". Soil Sci. Soc. Am. J. 46 762-768.
- OLIVARES, J. P.; BAREA, J. M. (1985). "Micorrizas" Nutrición vegetal, algunos aspectos químicos y biológicos. Editores Lachica G. y C. González O. UNESCO, España: 167-196.
- REDENTE, E. F.; REEVES, F. B. (1981) "Interactions between vesicular arbuscular mycorrhiza and Rhizobium and their effect on sweet vetch growth". Soil. Sci. 132 (6): 410-415 (Abstr.).
- REDHEAD, J.F. (1979). "Soil mycorrhiza in relation to soil fertility and productivity. ICRAF. Nairobi. pp. 175-204. Soil Research in Agroforestry. (Abstr. in Bibliography on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (1970-1982). S. R. Saif.- CIAT.
- ROSS, J.P. (1971). "Effect of Phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non mycorrhizal soybeans" Phytopathology 61 (11): 1400-1403.
- SCHENCK, N. C. (1981). "Can Mycorrhizae control root disease". Plant disease, 65 (3): 230-234.
- SCHENCK, N. C., and PEREZ, I. (1988). "Manual for the identification of VA Mycorrhizal fungi. Second edit. INVAM, Univ. of Florida, Gainesville, 241 p.
- SMITH, G. S. (1987). "Intertactions of Nematodes with mycorrhizal fungi". Vistas on Nematology a Commemoration of the Twenty fifth Anniversary of the Society of Nematologist. Edited by J. A. Veeck and D. W. Dickson. USA: 292-300.
- VAN GUNDY S., D., D. (1986). "Plant parasitic nematodes that attack citrus". Plant parasitic nematodes of Bananas, Citrus, Coffee, grapes and tobacco". Union Caride Agricultural Products Company, Inc. USA. USA: 21-31.