

**ASPECTOS RELACIONADOS SOBRE EL USO DE LA ENDOMICORRIZA
ARBUSCULAR EN AGUACATE (*Persea americana* Mill)**

**SOME ASPECTS RELATED TO THE USE OF ARBUSCULAR ENDOMYCORRIZHAL
FUNGUS ON AVOCADO (*Persea americana* Mill)**

Juan Carlos Reyes Alemán¹, Alejandro Alarcón y Ronald Ferrera-Cerrato²

RESUMEN

La simbiosis micorrízica es una asociación planta-hongo que se desarrolla en casi todas las plantas cultivadas. La micorriza se encuentra asociada en los hábitats naturales donde el aguacate es nativo. Se ha observado que la inoculación en vivero beneficia a las plantas. El objetivo de diversos trabajos recientes consiste en identificar la función de la micorriza en la especie. El uso de la micorriza en aguacate orienta hacia una tendencia de manejo sustentable. De igual forma que otras tecnologías, la simbiosis micorrízica se puede integrar en el proceso de producción. De esta manera producir acorde a las necesidades de la población y cuidado del ambiente. En el presente escrito se discuten algunos resultados relacionados con trabajos recientes en vivero, en campo y aplicación en plantas producidas *in vitro*.

Palabras clave: Aguacate, endomicorriza, inoculación, propagación, sustentabilidad, nutrición.

ABSTRACT

In the cultivated plants is developed the simbiose mycorrhizae that is an association plant-fungi.

The mycorrhizae is found asociated in the natural habitat where avocado is native. It has been observed that inoculation in orchard benefits the plants. The objective of different recent works consists identify the function of mycorrhizae in the specie. The use of mycorrhizae in avocado tends to sustainable management. As other technologies the mycorrhizal simboeses can be integrated in the production process. So in this manner to produce according to necessity of people and environment.

In this issue there are discussed some recent results related to works in nursery orchards, and application to plants produced *in vitro*.

Key words: Avocado, endomycorrhizae, inoculation, propagation, sustainability and nutrition.

INTRODUCCION

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX. S.C. Ignacio Zaragoza # 6 Coatepec Harinas, México C.P. 51700.

² Area de Microbiología, Especialidad de Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. carretera México - Texcoco. km. 36.5, Montecillo, México C.P. 56230.

En la agricultura, los hongos endomicorrízicos merecen especial interés por su efecto en el crecimiento vegetal al incrementar la eficiencia del sistema radical en la absorción de nutrimentos, especialmente fósforo y favorecer la absorción de elementos traza (Russel, 1977), la cantidad de fósforo que entra a la raíz de las plantas es generalmente limitado por su baja tasa de difusión en el suelo.

En la planta el fósforo es requerido en la formación de ácidos nucleicos, fosfatos de azúcares y membranas, síntesis de proteínas y formación del nuevo protoplasma, por lo que es necesario un adecuado abastecimiento de este elemento en el suelo (Dowding, 1981).

En estudios de absorción de fosfatos marcados isotópicamente se ha demostrado que las plantas micorrizadas tiene una mayor acumulación del elemento. En este sentido, la micorriza arbuscular transfiere a sus hospedantes beneficios como absorción de fósforo y nitrógeno, protección contra patógenos, longevidad de la planta y absorción de agua, etc.

Recientemente la micorriza ha sido utilizada en sistemas de propagación de aguacate en vivero y en plantas obtenidas *in vitro* principalmente, así también se han estudiado algunos aspectos nutrimentales en plantaciones frutícolas.

Las micorrizas en aguacate como tecnología biológica aplicada representa una área de explotación en beneficio del desarrollo del cultivo aún no explotada, sin embargo varios trabajos realizados en México sobre su aplicación en frutales tales como mango, ciruelo, papaya, vid, fresa, piña, melón, cítricos café, zapote blanco, capulín, chirimoya y guanábana, han tenido resultados satisfactorios y estos han sido desarrollados principalmente en la Sección de Microbiología de Suelos del Colegio de Postgraduados (Alarcón, 1997).

Es considerable el impacto que las micorrizas pueden tener en el desarrollo del cultivo de aguacate, debido por una parte a que reduce el daño al ambiente y promueve un enfoque de producción sustentable y con estas nuevas tecnologías se logra una modernización que incrementa la productividad.

El objetivo en esta revisión, consistió en reunir y discutir información mundial reciente sobre el uso de la micorriza en aguacate y enfatizar sus posibilidades de implementación dentro del esquema de producción en México.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de la endomicorriza

Se le llama micorriza a la simbiosis que se establece entre las raíces de las plantas y ciertos hongos del suelo ocupando una posición ecológica única al encontrarse parcialmente fuera y dentro de la planta a la vez (Bagyaraj, 1984 citado por González - Chávez, 1995).

Las endomicorrizas establecen relaciones simbióticas ampliamente distribuidas en todo el reino vegetal (98%), es difícil encontrar plantas que no estén colonizadas con estos hongos. Los

propágulos endomicorrízicos pueden colectarse en cualquier época del año en raíces de plantas hospederas anuales, perennes, herbáceas, leñosas y en todo tipo de suelos (González, 1993).

Las micorrizas originan cambios en los exudados radicales, los cuales alteran la descomposición por microorganismos en la rizósfera del suelo. La microbiota del suelo puede afectar la formación y función de las micorrizas, así mismo las combinaciones de los agentes de biocontrol y los hongos micorrízicos pueden incrementar el control biológico contra patógenos del suelo (Linderman, 1993).

Los hongos micorrízicos al provocar modificaciones en la morfología del sistema radical durante el proceso de infección provocan gran impacto en ciertos mecanismos, como el mejorar la absorción de agua y adquisición de nutrimentos en los sistemas naturales ó manejados. Esto pone de manifiesto el potencial que representa manipular los sistemas radicales en beneficio de las plantas (Hooker and Atkinson, 1992).

En forma generalizada se considera que las micorrizas tienen posibilidades de mejorar el crecimiento de sus hospederos en suelos donde el estado nutrimental es bajo. El efecto de la micorriza y el establecimiento en el sistema radical son afectados por el estado nutrimental del suelo. (Gianinazzi-Pearson and Gianinazzi, 1981).

En frutales la micorriza como tecnología ha sido utilizada con éxito en plántulas ya sea obtenidas por semilla o vía cultivo de tejidos donde se pone de manifiesto su mayor efecto.

En plántulas originadas de semillas pequeñas, se creó que su estado nutrimental es bajo y el fósforo el nutrimento mas deficiente. Allsopp y Stock (1994) observaron que existe correlación entre el contenido de fósforo de la planta con la semilla, la plántula además presenta dificultades para adquirir el mineral debido a su bajo contenido y escasa movilidad en el suelo.

Las plantas se benefician por efecto de algunos microorganismos del suelo que favorecen el estado nutrimental. El nitrógeno y fósforo generalmente se encuentran deficientes, pero las bacterias fijadoras de nitrógeno y los hongos micorrízicos los hacen disponibles para las plantas (González-Chávez, 1995).

Durante los años 60^s y 70^s se consideró que la inoculación con hongos endomicorrízicos era una estrategia adecuada que aumentaría el crecimiento de las plantas. La cuál mejorará el aprovechamiento del fósforo a través del micelio extramatricial e hifas inter e intraradicales que forman los sitios de transferencia bidireccional de nutrimentos, que son los arbusculos (Figura 1). Sin embargo hasta mediados de la década de los 80^s existían pocos reportes al respecto (Powell, 1986) y estos eran especialmente en cítricos. Recientemente los reportes en frutales son más amplios.

Los principales frutales que han sido trabajados con la micorriza arbuscular son; papaya, guanábana, chirimoya, café, mango, limón, aguacate y otros (Gómez-Cruz, 1995; Alarcón, 1997).

Figura 1. Raíz infectada por hongos micorrízicos arbusculares. Se observa el desarrollo de hifas cuya extensión favorece la absorción y transporte de elementos minerales al interior de la raíz (Cortesía de M.C. A. Alarcón, Area de Microbiología, IRENAT-C.P.).

Aspectos nutrimentales del cultivo de aguacate

Esta especie tiene un desarrollo bastante complejo, en plena madurez las plantas de un huerto tienen distintas fases fenológicas a la vez, floración, fructificación y desarrollo vegetativo, esto da idea que las necesidades nutrimentales que tiene el cultivo pudieran ser altas. Sin embargo, algunos estudios señalan contrariamente que la demanda nutrimental es baja; mencionan que en huertos comerciales hay pocas deficiencias excepto N, S y Fe debido a que hay un bajo desplazamiento de nutrimentos, como ejemplo cada diez t ha⁻¹ de producción solo toman 11 kg de N, 2 kg de P y 20 kg de K y no se observan incrementos significativos de producción cuando se fertiliza con N, P y K (Lahav, 1995).

En otro experimento se aplicaron dosis de fertilización durante 5 años con N, P, K y no hubo diferencias en el contenido de nitrógeno y fósforo en hojas; sin embargo, se afectaron los contenidos de otros nutrimentos, el fósforo únicamente cambió su concentración en el suelo (Arpaia *et al.*, 1995).

La fertilización de otoño con nitrógeno y fósforo durante ocho años en Israel aumentó el contenido de calcio y la presencia de hongos micorrízicos en raíces de árboles de aguacate, la masa radicular y el rendimiento en 50 %. El contenido de fósforo en raíces fue mas alto pero en las hojas no se afectó. El tratamiento N-P disminuyó el contenido de K y Mg en raíces pero aumentó el Ca, especialmente en las raíces delgadas, el contenido de microelementos no se vio alterado (Winer *et al.*, 1995).

El papel de la endomicorriza en un sistema de producción activo de aguacate no está documentado ampliamente aunque la simbiosis está presente en el suelo según observaciones; en este sentido su modificación por efecto de prácticas agronómicas de los huertos es aún motivo de investigación.

Hace mas de 30 años Ginsburg y Avizohar-Hershenson (1965) realizaron observaciones en Israel sobre la presencia de hongos micorrízicos en raíces de aguacate y recientemente Hass y

Menge (1990) han caracterizado hongos micorrízicos en suelos de cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.).

Endomicorrizas en aguacate y su uso en la propagación en vivero.

En vivero se han tenido los mayores efectos en la implementación de la micorriza como técnica de aplicación en la propagación de algunos frutales (Figura 2), en el caso de aguacate han sido reportadas algunas experiencias (Menge *et al.*, 1980; Godinez *et al.*, 1986).

El crecimiento y estado nutrimental de la planta es afectado favorablemente por la micorriza. En plántulas de aguacate, mango y plátano, se estudió este efecto con la inoculación con seis hongos micorrízicos (Silva y Siqueira, 1991). Los hongos micorrízicos arbusculares pueden influir también en la disminución de los daños que provoca el proceso de transplante a sitios definitivos (Menge *et al.*, 1978).

Figura 2. La inoculación de plantas durante la fase de vivero representa una técnica aplicada que favorece el crecimiento y sanidad de la planta.

La adición de fertilizantes en el sustrato mejora en algunas ocasiones la interacción de la planta con la endomicorriza. Las mezclas de suelo - vermiculita con y sin superfosfato soluble (SS) mostraron diferencias en el crecimiento de plántulas inoculadas; cuando se adicionó SS el crecimiento aumentó con *Glomus clarum*, *G. intraradix*, *Scutellospora heterogama* y *Gigaspora margarita* en cambio, cuando la mezcla de suelo no se mejoró, únicamente *S. heterogama* aumentó el crecimiento de la planta (Silva y Siqueira, 1991).

En el caso de mango (por mencionar otro ejemplo), se tuvo mayor respuesta en crecimiento al inocular con *G. margarita*. La respuesta para mango y aguacate por efecto de la micorriza fue de 30% y 20 % con SS; sin embargo, no hubo efecto significativo con la mezcla sin el fósforo (Silva y Siqueira, 1991).

El uso combinado del superfosfato y la inoculación con hongos es favorable para el crecimiento inicial de las plantas, las respuestas se relacionan con el contenido de P, Zn y S.

Aunque es importante determinar dosis adecuadas de fertilización fosfatada y la combinación con endófitos con menor susceptibilidad a la aplicación de este tipo de fertilizantes, pero con alta afectividad en el hospedante.

En invernadero como en campo según estudios realizados en aguacate y otros frutales (papaya, piña, plátano), la respuesta a la micorrización con *Glomus* sp., *Acaulospora* sp, *Scutellospora* sp. y *G. fasciculatum* es efectiva a excepción de *Acaulospora* sp. para mejorar el crecimiento y nutrición de las plantas, mientras que *Scutellospora* sp. produjo incrementos sólo en plátano (Jaime-Vega y Azcon, 1995).

Micorrizas en la propagación de aguacate *in vitro*.

La propagación *in vitro* ha permitido propagar clonalmente plantas de aguacate. Con el uso de esta tecnología se ha probado la utilización de hongos micorrízicos arbusculares. La inoculación de estos endófitos ha facilitado exitosamente la fase de aclimatación a condiciones *post-in vitro*.

Durante la fase de aclimatación en plántulas de aguacate se han comparado mezclas de sustratos observando que la supervivencia de plantas es mejor con la mezcla turba-perlita. Sin embargo la inoculación de hongos micorrízico arbusculares puede coadyuvar la adaptación de las plantas en materiales inertes o en sustratos con bajo estado nutrimental; en este contexto Azcón-Aguilar *et al.*, (1992) observaron que la inoculación de *Glomus deserticola* y *G. mosseae* mejoró el desarrollo de las plantas crecidas en la mezcla suelo-arena.

En esta fase las plántulas de aguacate generalmente presentan tasas de desarrollo muy lentas por lo que se hace énfasis en la necesidad del uso de la micorriza. Vidal *et al.* (1992) observó que *G. fasciculatum* además de incrementar la biomasa aérea, también produjo beneficios en el sistema radical, el cual fué mas vigoroso en comparación con plantas no-inoculadas, debido a esto la micorriza se considera como factor clave en la micropropagación de aguacate y otros frutales.

En manzana se estudiaron los efectos del fertilizante fosfatado y la inoculación de hongos endomicorrízicos como *Glomus mosseae*, *G. Intraradix* ó *G. viscosum* en la promoción de crecimientos apicales de portainjertos de manzana. Las plantas no micorrizadas no mostraron crecimiento *post in vitro*, por otra parte la aplicación de P favoreció el crecimiento apical de los brotes (Fortuna *et al.*, 1996).

En plantas de fresa micropropagadas la simbiosis endomicorrízica aumentó el desarrollo del sistema radical y redujo el potencial osmótico de las plántulas, concluyendo que la respuesta a la inoculación es una preadaptación útil para las plántulas durante la etapa de aclimatización (Elmeskaoui *et al.*, 1995). En Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) también se observaron resultados satisfactorios en el crecimiento de la plántula con la inoculación de estos micosimbiontes en esta fase del cultivo de tejidos (Shubert *et al.*, 1992).

Figura 3. Aspecto de esporas de endomicorriza *Gigaspora* sp. (izquierda) y *Glomus* sp. (derecha) (Cortesía de M.C. A. Alarcón, Area de Microbiología, IRENAT-C.P.).

Fitosanidad del sistema radical de aguacate en relación con la micorriza.

Los microorganismos que crecen en la rizósfera son ideales como agentes de biocontrol, los patógenos se enfrentan a los antagonistas de la rizósfera antes y durante la infección de la raíz (Weller, 1988 citado por Alvarez y Ferrera-Cerrato, 1994).

Se considera que los hongos micorrízicos poseen amplio potencial como agentes de biocontrol en las enfermedades radicales según Reid (1990) citado por Alvarez y Ferrera-Cerrato (1994), como ejemplo la endomicorriza ha mostrado efecto aminorante sobre patógenos como *Fusarium oxysporum* (Vargas, 1991).

Se han hecho observaciones para reconocer que la presencia de hongos micorrízicos sobre las raíces de plantas de aguacate tiene efecto aminorante del daño provocado por *Phytophthora cinnamomi* encontrando resultados satisfactorios (Hall y Finch, 1974; Matare y Hattingh, 1978).

Sin embargo se tienen reportes que mencionan que la sanidad que producen los hongos micorrízicos arbusculares puede ser factor de mayor ataque o incidencia de patógenos de hábito radical para este caso, en portainjertos de ciruelo (*Prunus cerasifera*) se midió el efecto de la presencia del nemátodo *Pratylenchus vulnus* y el hongo *Glomus mosseae* en condiciones de sombreado en campo. El portainjerto Marianna micorrizado e inoculado con el nemátodo presentó mayor población de nemátodos en comparación con aquellos sin micorriza. No se observó correlación entre el número de nemátodos por gramo de raíz y tratamientos micorrízicos y no micorrízicos. *P. vulnus* adversamente afectó la colonización micorrízica en Marianna, pero no en Mirobolano y San Julián. El portainjerto Marianna resultó ser el mas dependiente hacia la micorriza que los otros dos (Camprubi, 1993).

CONCLUSIONES

Los hongos micorrízicos en aguacate además de favorecer la absorción y aprovechamiento de los nutrimentos del suelo para la planta, también producen incrementos del crecimiento y salud de las plantas. Sin embargo, los hongos requieren para su funcionalidad satisfacer sus requerimientos energéticos mediante el uso de compuestos orgánicos procedentes de la planta, creando así un sistema de asociación del tipo mutualista, donde como su nombre lo indica, se establece el beneficio mutuo de ambos componentes involucrados en dicha asociación.

El uso de la micorriza como técnica aplicada en aguacate (*Persea americana* Mill) representa una estrategia potencial en el desarrollo de la especie como cultivo dentro de un enfoque sustentable. La presencia de la simbiosis en campo y el papel que pueda tener dentro de un sistema de producción no está muy documentado, ya que los trabajos realizados en su mayoría son en vivero y propagación *in vitro* donde se han logrado los mejores resultados.

La simbiosis micorrízica en aguacate es un elemento biológico presente en forma natural. Los procedimientos de desinfección de suelo en vivero destruyen no solo microorganismos patógenos sino también a los hongos que participan en esta simbiosis. La aplicación de agroquímicos y prácticas agronómicas excesivas también afectan adversamente la estabilidad de los hongos micorrízicos arbusculares en el suelo.

Con el uso de biotecnologías como la endomicorriza y en la medida en que se de mas importancia a las estructuras ecológicas involucradas en los sistemas de producción, se tenderá a la creación de sistemas sustentables que contribuyan en la preservación del ambiente, reduciendo además los costos de producción al utilizar en menor proporción insumos externos.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. 1997. Manejo de la micorriza arbuscular a nivel de vivero. *In: VI Congreso Nacional de Micología/IX Jornadas Científicas, Tapachula, Chiapas.* pp. 49-52.
- Allsopp, N. and W.D. Stock. 1994. Mycorrhizas, seed size and seedling establishment in a low nutrient environment *In: Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter A.H. and I.J. Alexander (eds). Mycorrhizas in ecosystems.* CAB International. pp. 59-65.
- Alvarez S, J.D. y R. Ferrera-Cerrato. 1994. Los microorganismos del suelo en la estructura y función de los agroecosistemas. Cuaderno de Edafología 25. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 24-31.
- Arpaia M. L., G. W. Witney, G. S. Bender, J. L. Meyer, and D.S. Stottlemeyer. 1995. Observations on the response of 'Hass' avocado to differential fertilizer treatments. *In: Abstracts World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel.* pp. 113.
- Azcón-Aguilar, C., A. Barceló, M. T. Vidal, and G. de la Viña. 1992. Further studies on the influence of mycorrhizae on growth and development of micropopagated avocado plants. *Agronomie.* 12: 837-840.

- Camprubi, A., J. Pinochet, C. Calvet, and V. Estaun. 1993. Effects of the root-lesion nematode *Patrylenchus vulnus* and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on the growth of three plum rootstocks. *Plant and Soil* 153: 223-229.
- Dowding, P. 1981. Nutrient uptake and allocation during substrate exploration by fungi. *In: Wieklow, D. and G.C. Carroll (eds). The fungal community, its organization and role in the ecosystem.* pp. 621-637.
- Elmeskaoui, A., J.P. Damont, M. J. Poulin, Y. Piche, and Y. Desjardins. 1995. A tripartite culture system for endomycorrhizal inoculation of micropropagated strawberry plantlets in vitro. *Mycorrhiza*. 5: 313-319.
- Fortuna, P., A.S. Citernes, S. Morini, C. Vitagliano, and M. Giovannetti. 1996. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphate fertilization on shoot apical growth of micropropagated apple and plum rootstocks. *Tree Physiology*. 16: 757-763.
- Gianinazzi-Pearson, V. and S. Gianinazzi. 1981. Role of endomycorrhizal fungi in phosphorus cycling in the ecosystem. *In: Wieklow, D. and G.C. Carroll (Eds). The Fungal community, its organization and role in the ecosystem.* pp. 637-652.
- Ginsburg, O. and Z. Avizohar-Hershenson. 1965. Observations on vesicular-arbuscular mycorrhiza associated with avocado roots in Israel. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 48: 101-104.
- Godínez R., M.A., R. Ferrera-Cerrato, J. Cortés J., and J.I. Domínguez. 1986. Response of avocado (*Persea americana* Mill) to inoculation with endomycorrhiza V-A. Abstracts. Fourth International symposium on microbial ecology. Ljubljana, Yugoslavia. August 24-29. p. 150.
- Gómez-Cruz, G. 1995. La micorriza vesículo arbuscular en frutales. *In: R. Ferrera-Cerrato, R. y J. Pérez-Moreno (eds.). Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México.* pp. 184-199.
- González-Chávez, C. 1993. La endomicorriza vesículo-arbuscular. *In: Ferrera-Cerrato, R. Manual de Agromicrobiología. México. ed. Trillas.* pp. 53-92.
- González - Chávez, C. 1995. Interacción de la simbiosis endomicorrízica y la fijación biológica de nitrógeno. *In: R. Ferrera-Cerrato, R. y J. Pérez-Moreno (eds.). Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México.* pp. 166-183.
- Hall, J.B. and H.C. Finch. 1974. Mycorrhiza in roots of avocado: effect upon chemotaxis of *Phytophthora cinnamomi* zoospores. *Proc. Amer. Phytopathol. Soc.* 1:86.
- Hass, J.H. and J.A. Menge. 1990. VA-mycorrhizal fungi and soil characteristics in avocado (*Persea americana* Mill) orchard soils. *Plant and Soil* 127: 207-212.

- Hooker, J.E. and D. Atkinson. 1992. Application of computer-aided image analysis to studies of arbuscular endomycorrhizal fungi effects on plant root system morphology and dynamics. *Agronomie* 12, 821-824.
- Jaizme-Vega, M.C. and R. Azcon. 1995. Responses of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 5: 213-217.
- Lahav, E. 1995. Avocado nutrition - a review. *In*: Abstracts World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel pp. 114.
- Linderman, R.G. 1993. Effects of microbial interactions in the mycorrhizosphere of plant growth and health. *In*: R. Ferrera-Cerrato y R. Quintero Lizaola (Eds.), *Agroecología, Sostenibilidad y Educación*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. pp 138-151.
- Matare, R., and M.J. Hattingh. 1978. Effect of mycorrhizal status of avocado seedlings on root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Plant and Soil* 49:433-435.
- Menge, J.A., R. M. Davis, E.L.V. Johnson, and G.A. Zentmyre. 1978. VA mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Cal. Agric.* 32:6-7.
- Menge, J.A., J. LaRue, C.K. Labanauskas, and E. L. V. Johnson. 1980. The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedlings grown with six fertilizer treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:400-404.
- Powell, C.L. 1986. Field inoculation with VA Mycorrhizal fungi. *In*: Powell, C.Ll. y Bagyaraj, D.J. *VA-Mycorrhiza*. CRC.Press, Boca de Ratón, Florida. pp. 205-222.
- Russell, S. 1977. *Plant root systems. Their function and interaction with the soil*. Mc Graw Hill. pp. 113-135.
- Shubert, A., C. Bodrino, and I. Gribaudo. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) micropropagated plants. *Agronomie* 12: 847-850.
- Silva L. C. and J. O. Siqueira. 1991. Growth and nutrient contents of avocado, mango and papaya seedlings under the influence of different vesicular-arbuscular mycorrhiza fungal species. *Revista Brasileira de Ciencia do solo* 15: 283-288.
- Vargas, R. 1991. Control of *Corticium* in tomato and *Fusarium* in strawberry by antagonistic microorganisms and/or vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM). *Agronomia Costarricense*. 15:1-6.
- Vidal, M.T., C. Azcon-Aguilar, and J.M. Barea. 1992. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. *Hortscience* 27: 785-787.

Winer, L., B. Rehuveni, Y. Bar, J. Hass, and A. Zbievel. 1995. Influence of autumn fertilization with nitrogen and phosphorus on root activity and development in avocado. *In: Abstracts World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel* p. 115.