

# Conocimiento y multiplicación de la riqueza micorrítica del suelo del piedemonte amazónico Florencia Caquetá Colombia

Betselene Murcia-Ordoñez\* & Carlos Julio Escobar\*\*

\**Bióloga con énfasis en Biorrecursos, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia*

\*\**Coinvestigador Corpoica Macagual. Florencia Caquetá*

Recibido, 11 de Febrero de 2008; aceptado 8 de Mayo de 2008

## Resumen

En las instalaciones del Centro de Investigación Macagual Florencia Caquetá (Colombia) se efectuó bioensayos e inoculación con escalamiento múltiple en diversas especies vegetales amazónicas con el fin de contribuir al conocimiento y multiplicación de la riqueza micorrítica del suelo mediante la identificación, extracción separación e inoculación de esporas nativas de MVA encontradas en 18 muestras de suelo (Vega, lomerío y terraza) provenientes de cultivo de *Bactris gasipaes* en el Putumayo y cultivo de *Hevea brasiliensis* del Caquetá. Mediante el procedimiento de tamizado húmedo y decantación se separaron esporas pertenecientes a los 6 géneros (*Glomus*, *Sclerocystis*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Entrophospora* y *Acaulospora*) reportados a nivel mundial, siendo el género *Glomus* el de mayor frecuencia y distribución en virtud de su presencia en todos los suelos estudiados, se procede luego al proceso de multiplicación (escalamiento múltiple). Se obtuvo un total de 319 inóculos con un 84.4% de resultados óptimos (suelo micorrizado), observándose con el género *Gigaspora* un mayor crecimiento y resistencia al estrés hídrico de *Canna gladiata* y *Plukenetia volubilis* y mayor porcentaje de infección en *Theobroma bicolor*. Sin embargo no se ha logrado obtener suelo micorrizado puro, pero sí con género dominante observando un mejor crecimiento, desarrollo y absorción de nutrientes representados en la fructificación y estrés hídrico.

**Palabras claves:** Bioensayos, escalamiento múltiple, MVA.

## Abstract

At the Center for Research Macagual Florencia Caquetá (Colombia) and inoculation was performed bioassays with various multi-scale plant in the Amazon in order to contribute to knowledge and increase the wealth of the soil micorrizal through identification, separation and extraction of inoculation MVA native spores found in 18 soil samples (Vega, Lomerío and terrace) from cultivation of *Bactris gasipaes* cultivation in Putumayo and Caqueta of *Hevea brasiliensis*. By the procedure of wet sieving and decanting separated spores belonging to 6 genera (*Glomus*, *Sclerocystis*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora* and *Entrophospora*) reported worldwide, with the genus *Glomus* higher frequency and distribution by its presence in all soils studied, and then the process is multiplication (multi-scale). There were a total of 319 inoculated with an optimum of 84.4% (fertilized soil) with a genero *Gigaspora* with better growth and resistance to water stress of *Plukenetia volubilis* and *Canna gladiata* and increased rate of infection in *Theobroma bicolor*. However it has not been able to obtain pure fertilized soil, but with generators having a better growth, development and absorption of nutrients represented in the fruiting and drought stress.

**Key words:** Bioassays, multiple scaling MVA

## Introducción

En Colombia, la multiplicación, aclimatación y adaptación de los cultivos en diversas condiciones agroecológicas y biológicas son las mayores limitantes para la producción sostenible y eficiente. Según Fernández *et al.* 1999), Introducir prácticas de inoculación de Biofertilizantes tipo Micorrizas, tiene aplicación en un gran espectro de especies florísticas, ya sea como tecnología incorporada a cultivos establecidos, semillas, plántulas, y en el manejo de especies vegetales de propagación *in Vitro*, por tal motivo lo que se espera es producir un inóculo nativo mixto a base de hongos micorrizógenos, para facilitar el

establecimiento de la asociación planta-microorganismo, con el fin de mejorar la nutrición integral de las plantas, sustituyendo parcial o totalmente la adición de fertilizantes químicos, incrementando la sostenibilidad y competitividad de los sistemas de producción en la Amazonia, mediante la instalación del laboratorio Micorrizas Vesícula Arbuscular (MVA) en el Centro de investigación (C.I) Corpoica Macagual y la realización de bioensayos en algunos frutales amazónicos y árboles maderables, para instalar una planta Piloto de producción de Inóculo mixto de Micorrizas nativas en el C.I Corpoica Macagual.

†Autor para correspondencia, E-mail: [vrinvestigaciones@uniamazonia.edu.co](mailto:vrinvestigaciones@uniamazonia.edu.co)

## Metodología

El estudio se trabajaron en el laboratorio de Micorrizas en Corpoica Macagual que según el Corpoamazonia y Universidad de la Amazonia (2005), se encuentra ubicado a 20 Km al sur de la ciudad de Florencia Caquetá (1°37'N, 75°36'W)

El trabajo consistió en identificar, extraer, separar e inocular los generos de MVA encontrados en suelos amazonicos, mediante escalamiento múltiple en diferentes especies vegetales amazonicas teniendo como base los trabajos desarrollados por Giovanetty & Mosse (1980); Primavesi (1994); Herrera *et al* (1995); Terry *et al.*, (1998) Blee & Anderson (2000) y Hernandez (2005). Se inicio con la consecución de 18 muestras nativas de suelo (Vega, lomerio y terraza) provenientes de cultivo de *Bactris gasipaes* en el Putumayo y cultivo de *Hevea brasiliensis* clon CNSAM 4905, FX 3864 - P1, FX 3899 -P2 y IAN 6158 -P4 en el Caquetá para la extracción de esporas de hongos MVA de suelo mediante el procedimiento de tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicholson, 1963; Trouvelot *et al.*, 1986), identificandose las esporas hasta genero e iniciando inoculaciones en escalamiento múltiple para la consecucion de suelo micorrizado necesario en la planta piloto. Las inoculaciones se realizaron con una espora en bandeja con 44,9 gramos de turba, riego diario con agua destilada y solución nutritiva de elementos menores y mayores cada ocho días, luego en planta piloto de Corpoica Macagual mediante escalamiento múltiple en ocho eras (7m x 1m x 35 cm) tapizadas en plástico negro y desinfectadas con Beloran 400 por doce días y utilizándose tres sustratos mezclados como lo indica la tabla 1 e inoculación como lo señala la tabla 2. Todos los materiales esterilizados con luz ultravioleta (uv) y las semillas desinfectadas con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3%. Se realizo tinción de raíces con azul de tripan (Phillips y Hayman 1970; Honrubia *et al.*, 1995), para determinar porcentaje de colonización micorrítica. La cuantificación de la colonización micorrítica se realizo mediante el método de Gerdemann y Nicholson, (1963), a partir de los cuales se llevo datos de germinación, crecimiento (altura), sobrevivencia al estrés hídrico de las especies vegetales trabajadas. De igual manera se opto por medir la humedad mediante la extracción de 100gramos de suelo de cada era colocándolas luego a secar a 105°C durante 24 horas.

## Resultados

En las muestras de suelo se encontró cepas nativas de los géneros *Glomus*, *Entrophospora*, *Acaulosphora* y *Gigaspora* en *Bactris gasipaes* (Putumayo), *Glomus*, *Entrophospora* en *Braquiaria decumbe* (C.I Macagual), *Acaulosphora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis*, *Glomus*, *Scutellosphora* y *Entrophospora* en *Hevea Brasiliensis* (suelo de lomerío). Un muestreo exploratorio en la unidad agroecológica Kn, cultivada con cuatro clones de caucho en arreglo agroforestal, en el C.I. Macagual indicó que el mayor número de especies de hongos micorríticos al nivel de género (6 especies) lo presentó el clon IAN 6158-P4, que es el de mejor desarrollo y crecimiento, en tanto que los demás clones sólo registraron la mitad de ese número de especies micorríticas (3/clon).

A partir de la extracción de las esporas, esterilización y desinfección de los materiales se inicio la inoculación con 19 especies vegetales para el proceso de multiplicación de escalamiento múltiple, de las cuales se logro 319 inoculaciones sembradas de la siguiente manera: *Glomus* (150), *Gigasporas* (73), *Entrophosporas* (36), *Acaulosphoras* (36), *Sclerocystis* (6), inóculo mixto (IM) uno *Glomus* - *Gigasporas* - *Entrophospora* - *Acaulosphora* (14) IM dos *Glomus* - *Acaulosphora* (2), IM tres *Gigaspora*- *Entrophospora* (2), donde se pudo observar que la mayor cantidad de esporas de M.V.A fue obtenida con la cepa de *Glomus* específicamente con la especie vegetal *Cucumis sativus* arrojando diferencia significativa al nivel de la multiplicación respecto a las otras especies vegetales, de igual manera se obtuvo una multiplicación baja con la cepa nativa de *Sclerocystis*; en cuanto al inóculo mixto dos se obtuvo ocho esporas en la especie vegetal *Capsicum* sp y seis esporas en *Phaseolus* sp1; con inóculo mixto tres solamente se pudo encontrar una espora en *Phaseolus* sp1. Obteniéndose en cuantificación hasta el momento entre 25 y 98 esporas por gramo de suelo micorrizado, a partir de estos suelo se opto por la multiplicación en la planta piloto.

Se procedió a tomar los datos de germinación y altura (cm) para comparar el efecto de la inoculación micorrítica mediante el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, donde se logro obtener un mayor crecimiento (cm) en *Cannavallia radiata*; y un menor crecimiento (cm) en *Solanum sessiliflorun*.

De igual manera se observo que hay un mayor

crecimiento con el inoculo de *Gigaspora* y en una menor proporción con *Acaulosphora*, (con excepción de la *plukenetia volubilis*), aparentemente por la micorrización que tienen estas especies vegetales. En la era seis (hortalizas) se le tomaron datos de altura (cm) a las especies vegetales inoculadas y sin inoculación (grupo testigo), con el fin de determinar la importancia de las MVA en estas especies vegetales, dando como resultado que las plántulas inoculadas con MVA poseen un mejor crecimiento y desarrollo, mejor absorción de nutrientes representados en la fructificación, soporte a temperaturas altas y estrés hídrico, todo esto, aparentemente, se debe al aporte micorrítico. A las especies vegetales de las eras siete (*Glomus - Acaulosphora*) y ocho (*Gigaspora - Entrophospora*) que se encuentran inoculadas con suelo mixto, se les toma datos de altura (cm) y se comparan entre sí para evaluar el efecto micorrítico en crecimiento y desarrollo. Obteniéndose un mayor crecimiento y aparente micorrización con *Glomus - Acaulosphora* en *Vicia sp.* y con *Gigaspora - Entrophospora* en *Plukenetia volubilis*. A partir de esto se procedió a dejar en estrés hídrico las especies vegetales de la planta piloto con el fin de lograr un mayor crecimiento poblacional de las esporas de Micorrizas inoculadas, al mismo tiempo para observar la resistencia a los cambios bruscos de temperaturas ocasionados por el cambio climático de la región. Obteniéndose que las especies vegetales más resistentes a estos cambios son las inoculadas con *Acaulosphora*.

A los 60 días de estrés hídrico la era seis se encuentran en estado de marchitación: *Lycopersicum cerassiforme*, *Lactuca sp.*, *L. Capsicum sp.* y *Solanum sessiliflorum*, y han muerto en su totalidad *Solanum melongena*, y *Cucumis sativus*, *Spinacea oleracea* y *Eryngium foetidum*, al medir la humedad se obtuvo que las eras seis y dos tienen mayor humedad (14,6 y 10,6 respectivamente) a comparación de las otras eras, con respecto a la era dos esta variación se debió posiblemente a la dirección de la lluvia y a que el material plástico que poseía como techo sufrió una deformación logrando que el agua se empozara, a diferencia de la era seis ya que por cuestiones logísticas personas ajenas al proyecto le agregaba agua en días festivos logrando que el tiempo de estrés fuera menor que las demás.

Además se recolectó muestra de suelo en la planta piloto a los 45, 75 y 120 días después de la siembra y 85 días después de la exposición al estrés hídrico,

encontrándose un rango promedio de 31% de multiplicación, dato alto teniendo en cuenta el poco tiempo de escalamiento, además de la presencia de depredadores (larvas de himenópteros, hemípteros y miriápodos, como la invasión de anuros y saurios), principalmente en las eras dos, cuatro y ocho que incidieron en el bajo crecimiento poblacional específicamente la era ocho que redujo la cantidad de esporas por gramo. Obteniéndose que la era tres contiene mayor número de esporas de MVA (52,4 / gr), seguida de la era siete con 45,1 espóra/gr, a diferencia de las eras seis (21,7/gr) y ocho (14,8/gr) que son las que contienen la menor cantidad, sin embargo hay que tener en cuenta que estos datos de cuantificación pertenecen solo a las esporas que se encuentran en estado adulto y con edad de reproducción, mas no se tienen en cuenta las juveniles ni las viejas que son las que se encuentran aproximadamente en un 60%, además de los bajos porcentajes de germinación y la presencia de depredadores que bajan su multiplicación representativamente. Sin embargo, aunque son bajos los datos de cuantificación se ha obtenido resultados positivos debido a que hay eras que han sobrepasado las 30 esporas/ gr. en solo 75 días de siembra.

En lo referente a la tinción de las raíces para evaluar el porcentaje de infección de los hongos se encontró como resultado que el *Theobroma bicolor*, es la de mayor infección con 92%, seguida por *Solanum sessiliflorum* y *Theobroma glandiflorum* (87% cada una), *Cannavallia gladiata* (86%), *Plukenetia volubilis* (82%), *Anona cherimolia* (74%), mientras que *Anona muricata* (65%) y *Citrus nobilis* (45%) obtuvieron una menor infección, posiblemente a que sus raíces presentaron mayor indicios de depredación.

Mediante este proyecto se logró confirmar que las plántulas inoculadas con MVA poseen un mejor crecimiento y desarrollo, mejor absorción de nutrientes representados en la fructificación, soporte a temperaturas altas y estrés hídrico, que las no micorrizadas, todo esto, aparentemente, se debe al aporte micorrítico.

## Discusión

Se encontraron los seis géneros reportados a nivel mundial (Harley y Smith 1983; Simon *et al.*, 1993; Gollotte *et al* 1997; Regés 1999) de los cuales son poco frecuentes *Sclerocystis* y *Scutellosphora*, la presencia de estos géneros indican que los suelos de la región son viables para la obtención y

utilización de las micorrizas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en condiciones naturales, la mayoría de las plantas tropicales adaptadas a diversos nichos ecológicos se encuentran asociadas con microorganismos (micorrizas, bacterias nitrificantes, etc) que desempeñan un papel clave en el ciclaje de nutrientes en el ecosistema y en la protección de las plantas contra estrés cultural y ambiental (Janos, 1980; Diederichs y Moawad, 1993), esta estrategia de la evolución ha sido muy exitosa y, a pesar de que su conocimiento, se reporta desde hace más de un siglo, sólo durante las últimas décadas el hombre ha empezado a utilizarla en la producción agrícola, donde existen evidencias de su potencial y éxito para el desarrollo competitivo y sostenible de estas especies.

Evidencias como las reportadas por Gianinazzi y Gianinazzi (1983), Sieverding (1986), Varma y Hock (1995), Ramírez (2003), Godbold y Sharrock (2003), Richardson *et al.*, (2003) y Kuyper *et al.*, (2004) donde se verifica que las micorrizas permiten aumentar el área de exploración de las raíces en el suelo y amplían la zona de contacto entre la planta y el suelo, que se refleja en mayor absorción de nutrientes y agua.

Harley y Smith (1983), Schenck y Pérez (1988), Morton (1990), Terry *et al.*, (1998) Cabra y Roveda (2007), Roveda *et al.*, (2007) y Roveda *et al.*, (2008), han determinado que la M.V.A. asociadas a las raíces de las plantas contribuyen a transferir nutrientes del suelo, especialmente fósforo con ahorro importante de energía metabólica, además de que estimulan el crecimiento y producción de la planta en general, inducen la producción de hormonas que ayudan en el crecimiento y desarrollo de la planta al mejorar la acumulación de biomasa, tanto en la parte aérea como radical, área foliar y porte de planta, incrementan notablemente la superficie de absorción de nutrientes y agua por las plantas en el suelo, mejoran la absorción de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, entre otros) y agua, incrementan la tolerancia y adaptabilidad al medio así como la vida útil de las raíces absorbentes; las raíces micorrizadas persisten durante mayor tiempo que las raíces no micorrizadas, además ayudan a tolerar el estrés abiótico (sequía, deficiencia de nutrientes, toxicidad por iones y metales pesados, sales) y biótico por plagas y enfermedades debidas a hongos patógenos del suelo (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia*), mejorando las condiciones físicas del

mismo (formación de agregados, protección contra la erosión), asimismo sustituyen en forma parcial o total el uso de fertilizantes químicos de síntesis, establecen relaciones sinérgicas con otros microorganismos del suelo y aumentan la eficiencia de otros microorganismos benéficos del suelo al mejorar el crecimiento de la planta e incrementar la producción de exudados de la raíz. Por lo tanto, las MVA pueden ser utilizadas en la agricultura en forma de biofertilizantes, en plantas producidas en vivero, campo como *in vitro* (como las reportadas por Sieverding, 1986; Sánchez de Prager, 1999; Ramírez, 2003 y *en esta investigación*), constituyendo una alternativa valiosa para solucionar problemas de propagación, aclimatación y nutrición porque reducen costos de producción, permitiendo sistemas más eficientes, precoces y productivos, que contribuyen con la sostenibilidad, ya que requieren una menor aplicación de insumos, fertilizantes, riego y pesticidas como lo indica Azcón y Barea (1997) y Sánchez de Prager (1999) así como la facilidad de ser transferible a técnicos y agricultores (Gonzales *et al.* 2005).

Según Primavesi (1994) mientras más aireado, drenado y protegido contra insolación directa se encuentre el suelo se obtienen más beneficios con las MVA, debido a que los factores (biológicos, físicos y químicos) que contribuyen a mantener la textura del suelo contribuyen también con la función de las **micorrizas** y con ello al vegetal.

En general, dentro del amplio espectro de beneficios se puede decir que las **MVA** por su eficiencia y amplio rango de distribución debe ser considerada en el diseño de cualquier sistema de producción agrícola, pues además de ser microsimbiontes, componentes inseparables de los agroecosistemas, realizan diversas funciones en su asociación con las plantas, pues pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes minerales, sin embargo esto no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y se puede ahorrar cantidades importantes de fertilizantes minerales al tiempo que se logra una mayor absorción de los nutrientes disponibles en el suelo por parte de las plantas.

#### **Agradecimientos**

Los autores dan sus agradecimientos a Corpoica Macagual por el aporte económico en el desarrollo de la investigación, a las Biólogas Margarita Ramirez' y Ana Maria Serralde por su apoyo y



efectiva capacitación en el campo de las MVA.

## Literatura citada

- Azcón-Aguilar, C.; Barea, J.M. 1997. Applying mycorrhizal biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae*. 68:1-24.
- Blee K.A. & Anderson A.J. 2000. Defense responses in plants to arbuscular mycorrhizal fungi. En: Current Advances in Mycorrhizae Research. Section II: Mycorrhizal fungi and plant defense. (G.K. Podila & D.D. Douds Jr. eds.). APS Press, USA. : 27-44.
- Cabra, L. y Roveda, G. 2007. Efecto de las micorrizas arbusculares en la aclimatación de vitoplántulas de mora *Rubus glaucus*. Tesis de pregrado. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Diederichs, C. y Moawad, A.M. 1993. The potencial of VA mycorrhizae for plant nutrition in the tropics. *Angew. Bot*, 67: 91-96.
- Fernández F., Rodríguez E.L. & Gómez R. 1999. Caracterización de la efectividad de un nuevo inoculante micorrizógeno en Poaceas. *Cultivos Tropicales*. 20 (2): 9-14.
- Gerdemann J.W. & Nicholson T. H. 1963. Spore of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans Br. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Gianinazzi-Pearson, V. and Gianinazzi, S. 1983. The physiology of vesiculo arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil* 71: 197-209.
- Giovanetti M. & Mosse B. 1980. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in roots. *New Phytologist*. 84: 489-500.
- Godbold, D.L. and Sharrock, L. 2003. Mycorrhizas. In: Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. Schroth, G. and Sinclair, F.L. (Ed) CABI Publishing. Cambridge U.K. Chapter 14 pp 271 - 287.
- Gollotte A., Cordier C., Lemoine M.C. & Gianinazzi- Pearson V. 1997. Role of fungal wall components in interactions between endomycorrhizal symbionts. En: Eukaryotism and Symbiosis (H.E.A. Shenck, R. Herrmann, K.W. Jeon & N.E.M. Schwemmler, eds.). Springer, Berlin. : 412-428.
- González, Julio R. - Iglesias, María C. - Venialgo Chamorro, Crispín 2005. Presencia de micorrizas vesiculo-arbusculares en series de suelos con distintas situaciones de uso. Universidad Nacional del nordeste comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: A-062
- Harley, J.L y Smith, SE 1983 Mycorrhizal Simbiosis. Academic Press, London. 233p
- Hernández Borrego A. 2005. Aspectos generales de las micorrizas arbusculares (MA). Disponible en: [www.Cdeea.com/micorrizas.htm.3/04/2005](http://www.Cdeea.com/micorrizas.htm.3/04/2005)
- Herrera R.A., Ferrer R.L., Furrázola E. & Orozco M.O. 1995. Estrategia de funcionamiento de las micorrizas VA en un bosque tropical. Biodiversidad en Iberoamérica. Ecosistemas, Evolución y Procesos sociales. (Eds. Maxima Monasterio) programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Subprograma XII, Diversidad Biológica, Mérida.
- Honrubia, M.; Torres, P, ;Dias, G. y Morte, A. 1995. Biotecnología Forestal, Técnica tinción de raíces Micorrización. Universidad de Murcia. 49p.
- Janos, D.P. 1980. Micorrhizae influence tropical succession. *Tropical succession*: 56-95.
- Kuyper, W.; Cardoso, I.; Onguene, N.A.; Vand Noordwijk, M. and Van Noordwijk, M. 2004. Managing mycorrhiza in tropical multispecies agroecosystems. In: below -ground interactions in tropical agroecosystems: Concepts and models with multiple plant components. CABI Publishing (ICRAF). Van Noordwijk, M.; Cadish, C. and Ong, C.K. (ed) pag 243-261.
- Morton, J.B. 1990. Evolutionary relationships among arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. *Mycologia* 82:192-207.
- Phillips J.M. & Hayman D.E. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Corpoamazonia & Universidad de la Amazonia. 2006. Plan de Ordenamiento y manejo de la Cuenca del Río Hacha "POMCA". Florencia Caquetá. Convenio 051 de 2004.
- Primavesi, A. 1994 Manejo Ecológico del Suelo. 5ª ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 157p
- Ramírez, G.M., 2003. Biofertilizantes y nutrición de plantas. En: Manejo integral de la fertilidad del suelo. TRIANA, P.M.; LORA, R.; GÓMEZ, I. y PEÑALOSA, G. (Vds.). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. PG 153-163.
- Regés, R. 1999. Las Micorrizas. All Rights Reserved Director adjunto de C.D.E.E.A. Centro de Estudios Ecológicos Argentino. [www.Cdeea.com/micorrizas.htm\\_21/02/2005](http://www.Cdeea.com/micorrizas.htm_21/02/2005) Resumen: A-062
- Richardson, A.E.; George, T.S.; Hens, M. and simpson, R.J. 2003. Utilization of soil organic phosphorus by higer plants. In: Organic phosphorus in the environment. Turner, B.L.; Frossard, E. and Baldwin, D.S. (Ed) CABI Publishing Manchester U.K. pag 165-184.
- Roveda, G.; Cabra, L.; Ramírez, M. y Peñaranda, A. 2007. Efecto de las micorrizas arbusculares sobre la aclimatación y endurecimiento de microplántulas de mora (*Rubus glaucus*). *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. (En impresión).
- Roveda G, Cabra L, Ramírez M. 2008. Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Convenio Corpoica - Madr No. 014 C.I. Tibaitatá. ISBN:978-958-8311-76-0
- Sánchez De Prager, M. 1999. Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 227 p.
- Schenck, N.C. and Pérez, I. 1988. Manual for the identification for VA-mycorrhizal fungi. 2nd edition. Gainesville: University of Florida. 245 p.
- Sieverding, E. 1986. El papel de las micorrizas en la agricultura. *Suelos Ecuatoriales* XVI 52-58.
- Simon L., Bousquet J., Lévesque R.C. & Lalonde M. 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. *Nature*. 363: 67-68.
- Terry E., Pino M.A. & Medina N. 1998. Efectividad agronómica de Azofert y Ecomic en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*. 19 (3): 33-37.
- Trouvelot A., Kough J. & Gianinazzi-Pearson V. 1986. Mesure du Taux de Mycorhization VA d'un Systeme Radiculaire. *Recherche de Methodes d'Estimation ayantune Signification Fonctionnelle*. Proceedings of the 1st European Symposium on Mycorrhizae: Physiological and Genetical Aspects. Varma, A. and Hock, B. 1995. Mycorrhiza: Structure, function molecular biology and biotechnology. Springer- Verlag. Berlin.