

## Aplicación de inoculantes micorrizógenos en posturas de patrón naranjo agrio (*Citrus aurantium*)

Rigel Fernández Valle,<sup>1</sup> Yusnier Díaz Hernández,<sup>2</sup> Luis A. López Valdés<sup>3</sup> y Pedro Rodríguez Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514, e/ 5.<sup>a</sup> B y 5.<sup>a</sup> F, Playa, C. P. 11600, La Habana, rfernandez@inisav.cu.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera de Tapaste Km 3.5, Gaveta Postal 1, 32700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Inca-Mes.

<sup>3</sup> Empresa de Cítricos Ceiba, Artemisa, Cuba, Gef-Minag.

### RESUMEN

La mayoría de las áreas cultivadas con cítricos en Cuba poseen más de treinta años de explotación. Resulta impostergable la necesidad de acelerar el ritmo de siembra que garantice la producción de al menos dos millones de posturas anuales. La producción optimizada de posturas a nivel de viveros con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) puede ser una alternativa viable y barata. A pesar de favorables resultados previos y la disponibilidad de dos tipos de inoculantes, la extensión y aplicación de los HMA en este tipo de cultivo no avanza más allá de las aspiraciones. Este experimento se propuso valorar el efecto de dos inoculantes, uno monotipo y otro polítipo, sobre *Citrus aurantium* (L.), patrón C35, para lo cual se determinó el porcentaje de incremento neto (% IN) de algunas variables indicadoras del crecimiento vegetativo, como área foliar (AF), peso seco de hojas (PSH) y raíces (PSR), la longitud del tallo (LT) y de la raíz principal (LRP), así como la concentración de clorofila (Clorof). Paralelamente se determinó la colonización (% CM) y su densidad (% DV) en las plántulas inoculadas, y se comparó el efecto respecto al control. Ambos inoculantes incrementaron todas las variables vegetativas determinadas, excepto Clorof. La única variable fúngica que varió significativamente fue el % DV, con valores de 1,78 y 0,44 para el inóculo monotipo y el polítipo, respectivamente. Los resultados mostrados apuntan a que la mezcla de especies de *Glomus* spp. utilizada en el inóculo polítipo es menos eficaz respecto al inóculo monotipo (*Glomus cubense*) de forma independiente.

Palabras claves: *Citrus aurantium*, micorrizas, *Glomus*, frutales

### ABSTRACT

Most of the areas with citric crops in Cuba have more than 30 years of exploitation. To guarantee its productions are needed at least two millions of plantlets once a year, thus, it becomes a challenge which can not be overdue. Optimized productions of plantlets at orangery with arbuscular mycorrhizal fungi (HMA) can be a reliable and cheap choice. Despite previous and encouraging results, next to the availability of two kinds of inoculants, the extensive and application of AMF at such crops, do not go forward than perspiration. This experiment aims to compare the effect of a pair of inoculums, a monotypic and other polytypic, when they were applied at *Citrus aurantium* (L), rootstock C35. To accomplish such goal has been determined the percent of net increment (% IN) from some key variables indicators of vegetative growth, such as foliar area (AF), leaves dry weight (PSH), and roots (PSR), stem's length (LT) and main root length (LRP), beside chlorophyll concentration (Clorof). Furthermore, were calculated percent of mycorrhizal colonization (% CM) and its density (% DV) inside plantlets roots inoculated towards find comparison with non inoculated plantlets. As results, both inoculums increase all the vegetative variables measured, but Clorof. % DV was the unique fungal variable to have a significant change, with values of 1.78 and 0.44 for monotypic and polytypic, respectively. Results shown here point out that mixture of *Glomus* spp. used at polytypic inoculum performs is less efficient for symbiosis than monotypic (*G. cubense*) independently.

Key words: *Citrus aurantium*, mycorrhiza, *Glomus*, fruits

### INTRODUCCIÓN

En 1961 la cosecha global de cítricos fue de 25 millones de toneladas, mientras que en 2009 superó los 120 millones, mayor que las de bananas y manzanas [FAO, 2010]. En Cuba existen actualmente 26 000 ha de cítricos en activo, de las cuales el 90 % posee más de treinta años en explo-

tación. Resulta impostergable la necesidad de acelerar el ritmo de siembra y crear una infraestructura de viveros que garanticen la producción de al menos dos millones de posturas anuales. Para satisfacer tal demanda se requiere optimizar la producción de posturas.

La selección de patrones representa en la actualidad un aspecto de máxima importancia en la citricultura, ya que este aporta a la planta el sistema radicular [Agustí, 2000]. Este proceso exige el uso de un sustrato libre de patógenos que a la vez garantice una nutrición efectiva y óptima.

Un patrón de cítricos necesita consolidar su sistema radicular. En tal sentido los hongos del tipo micorriza arbuscular (HMA) conforman una simbiosis que estimula el crecimiento de las raíces y están presentes de forma natural en más del 85 % de las familias de plantas terrestres [Parniske, 2008; Gianinazzi *et al.*, 2010]. Existe una alta dependencia en los cítricos por los HMA [Nemec, 1978; Camprobí y Calvet, 1996]. En este sentido Brundrett (2009) reconoce que los HMA han coevolucionado como un sistema eficiente para la captura de fósforo como elemento esencial y limitante en los suelos.

El uso de HMA en los cultivos es una opción viable desde el punto de vista económico y ecológico [Fernández, 2008]. Una experiencia previa en bolsas de polietileno determinó la viabilidad económica de un inoculante politipo de origen nacional con las variedades *Citrus volkmeriana* L. y *Citrus reshni* Hort. ex. *Tan* [García, 1999]. En Cuba se producen dos inoculantes de probada efectividad en diferentes cultivos [Rivera *et al.*, 2007; Herrera *et al.*, 2011]. Ecomic es un inoculante sólido en base arcillosa con 20 esporas/g de producto comercial, y es producido regularmente en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Este inóculo monotipo está constituido en esencia por *Glomus cubense* Rodr. y Dalpé, especie que regularmente se comercializa. Por otra parte, el MicoFert se produce en el Instituto de Ecología y Sistemática (IES) con producciones discretas y en base a turba y paja de arroz; sin embargo, este último se comercializa como mezcla de tres o cuatro especies, según disponibilidad de cepas y tipo de cultivo, por lo que se considera un inoculante politipo.

Mediante este experimento se pretende determinar el efecto sobre plántulas de *Citrus aurantium* L. del patrón agrio C35, al emplear dos inoculantes de diferentes especies, aplicados al sustrato en condiciones de cultivo protegido (vivero).

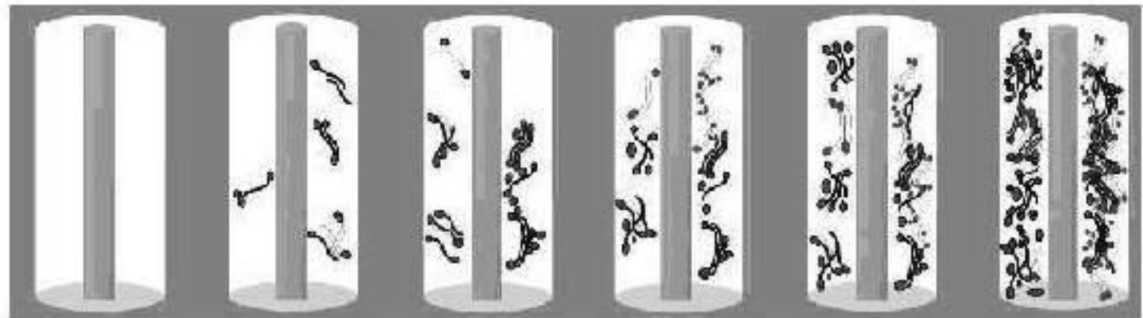
## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el vivero de la Empresa Cítricos Ceiba, provincia de Artemisa. Mediante un diseño

completamente aleatorizado se inocularon 20 plántulas de *Citrus aurantium* (L.), patrón C35, por cada tratamiento. Cada plántula procedente del semillero fue inoculada con 2 mL de inóculo por cada contenedor (cono plástico). En el caso del testigo se utilizó igual cantidad de plántulas no inoculadas. Los inoculantes de HMA fueron el Ecomic (monotipo) y el MicoFert (politipo), ambos de producción nacional; Ecomic, compuesto por propágulos de *Glomus cubense*, Rodr. y Dalpé, y el MicoFert, por cuatro especies diferentes, *Glomus intraradices*, Schenck y Smith; *Glomus clarum* Nicols y Schenck; *Glomus* sp.1 y *Glomus* sp.2. Ambos inoculantes contenían un mínimo de 20 esporas/mL (sin considerar el resto de los propágulos fúngicos (micelio externo y asociado a las raicillas).

Todos los contendores cónicos se colocaron sobre cepellones para lograr su estabilidad vertical. A cada contenedor se le adicionó un sustrato convencional con proporción NPK de 14:16:1 (según rótulo de origen), y el riego se garantizó por aspersion durante 1 h en días alternos. A los 64 días de inoculadas las plantas se procesaron las muestras. Se extrajeron las plántulas y se desechó el sustrato. El tallo se separó de la raíz principal con una tijera y luego se evaluaron seis variables vegetativas indicadoras del crecimiento del vegetal, como son peso seco de raíces (g)-(PSR); área foliar (cm<sup>2</sup>)-(AF);-largo de raíz principal (cm)-(LRP); concentración de clorofila (%)-(Clorof); peso seco de hojas (g)-(PSH) y largo del tallo (cm)-(LT).

Para registrar las variables micorrízicas se realizó una tinción con Trypan Blue [Phillips y Hayman, 1970] de las raíces de 10 plántulas de cada tratamiento para estimar el porcentaje de colonización micorrízica o frecuencia (% CM). Una vez teñidas se observaron al microscopio estereoscópico en placa Petri con retículo de 1,27 cm<sup>2</sup>. Las intersecciones de raicillas con las líneas del retículo en la base de la placa (> de 100 intersecciones) fueron contadas conforme al método de Giovannetti y Mosse (1980). Se clasificó además la densidad visual de colonización o intensidad (% DV) de 0 a 5 (*Fig. 1*), con sus respectivos valores del 0 al 47,5 %, donde el menor valor es el 1 % y el mayor es del 47,5 %, ya que, según Herrera *et al.* (2004), si la raíz estuviera completamente colonizada sería una relación parasítica al colapsar la raíz como órgano y la simbiosis sería inviable.



Categoría	0	1	2	3	4	5
Densidad visual %	0,0	1,0	2,5	15,5	35,5	47,5

Figura 1. Diagrama de las categorías de intensidad o densidad visual de la colonización de raicillas por los HMA [Herrera *et al.*, 2004].

La clorofila se determinó sobre las hojas centrales a nivel de la nervadura central con un clorofilómetro SPAD-502 Minolta [Krugh *et al.*, 1994]. El porcentaje de incremento neto (% IN) se calculó para cada variable según la fórmula de Herrera *et al.* (2011):

$$\% IN = \frac{Pi - Pc}{Pc} 100$$

Donde:

*Pi*: Valor promedio de la variable en la planta inoculada

*Pc*: Valor promedio, en la planta testigo, de la misma variable analizada

Los datos se analizaron mediante un ANOVA de clasificación simple para comparar los valores medios de cada tratamiento. Se utilizó como *post-hoc* la prueba Tukey a un nivel de significación del 95 y el 99 %. Se realizó previamente el test de Levene para comprobar la homogeneidad de varianza. En el caso de las variables determinadas al HMA, como son la colonización micorrízica y la densidad visual, se aplicó la prueba t de Student para comparar los valores medios registrados por ambos inoculantes. En todos los casos el análisis se realizó mediante el paquete estadístico SPSS vers.16 [SPSS Inc. Chicago, 2007].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de clorofila en el patrón C35 no disminuyó significativamente respecto al control para ambos inóculos (Tabla). El decremento de la variable Clorof, así como en su incremento neto (% IN), pudiera estar influenciado por el efecto nutricional registrado en las hojas (aumento del AF y el PSH), lo que sugiere un aumento de su grosor transversal, y por consiguiente afecta la determinación indirecta del clorofilómetro SPAD-502, según lo planteado por Krugh *et al.* (1994). Estos resultados coinciden con los alcanzados por Castillo *et al.* (2006), quienes no encontraron variación alguna en la concentración de clorofila del duraznero al ser tratado con varios inoculantes micorrízicos respecto a los que no fueron inoculados. Fernández *et al.* (2010), por su parte, tampoco encontraron diferencias en la concentración de clorofila total entre los tratamientos con HMA y los no inoculados en condiciones *in vitro*; sin embargo, Román (2003), al inocular *Glomus intraradices* y una mezcla de HMA en plantas de Chile (*Capsicum annum*, L.), registró un incremento de hasta el 10 % en el contenido total de clorofila.

Los resultados sugieren una mejor interacción de los HMA con sustratos que incluyan en su mezcla el inóculo monotipo en base a la especie *G. cubense* para las condiciones ensayadas (Fig. 2). La disponibilidad de nutrientes, el pH y la materia orgánica condicionan

la composición de la comunidad de HMA en ambientes naturales [Fitzsimons *et al.*, 2008]. En este caso los resultados sugieren que la diversidad de cepas que componen al politipo pudieran expresar diferente funcionamiento o competencia por los azúcares de la planta ante condiciones de alta fertilidad y humedad,

como las que existen en las casas de cultivo, a lo que se ha denominado *asimetría funcional*. Esta competencia asimétrica de las cepas presentes en inóculos politipo expresarían una funcionalidad óptima solo en un rango determinado de condiciones de temperatura y pH [Oehl *et al.*, 2005; Herrera *et al.*, 2011].

#### Análisis de varianza para las variables vegetativas

Tratamientos	Clorof	AF	PSH	PSR	LT	LRP
Control	58,69 a	19,39 b	0,11 b	0,12 a	5,44 b	12,95 b
Ecomic	52,35 a	26,74 a	0,13 a	0,15 a	6,19 a	13,98 a
Micofert	57,70 a	21,32 b	0,11 b	0,14 a	6,21 a	13,35 ab
p	0,103	**	*	0,263	**	*

Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente según test de Tukey:  $p < 0,05^*$ , y  $p < 0,01^{**}$  ( $n = 20$ ).

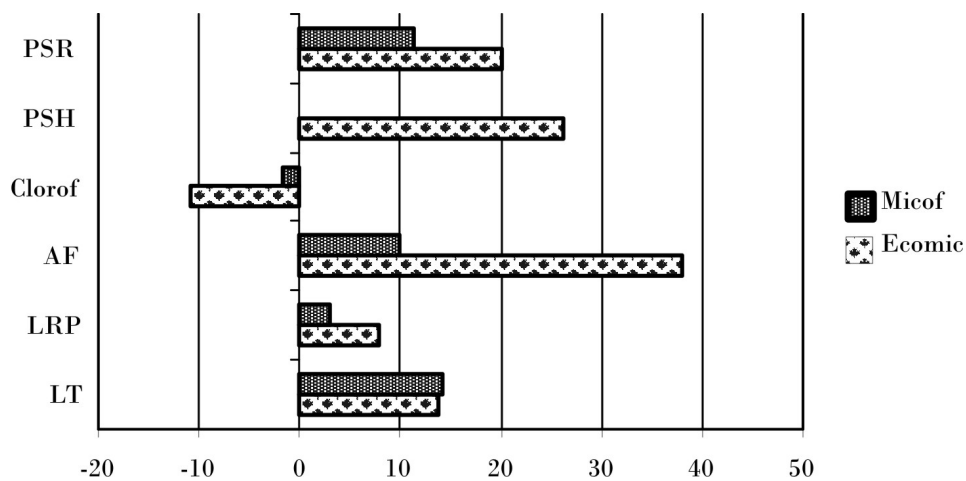


Figura 2. Incremento neto (% IN) de las variables vegetativas de *C. auratium* patrón C-35 bajo efecto de dos inoculantes: monotipo (Ecomic) y politipo (Micof). Valores calculados respecto al valor del control expresado en porcentaje sobre las abscisas.

Los resultados coinciden con los de García (1999), quien sugiere que la funcionalidad o efectividad varía respecto al consorcio micorrízico que se utilice con fines productivos; es decir, la relación genotipo de la cepa de HMA con el de la planta anfitriona rigen la efectividad de la simbiosis en este caso. La especificidad funcional ha sido descrita en los HMA [Camprobí y Calvet, 1996; Klironomos, 2003; Leake *et al.*, 2004]. Al respecto, Agustí (2000) consideró que las plantas patrones difieren sensiblemente en su dependencia de los HMA, pues modifican la capacidad de absorción de fósforo, así como la densidad radicular y el transporte de agua en el interior de las raíces. La

escasa dependencia de la simbiosis en sustratos de abundantes nutrientes [Braak, 1986] se manifestó con baja intensidad de la colonización o densidad visual (% DV) al mostrar el 1,78 y el 0,44 % para el inóculo monotipo y el politipo, respectivamente. No obstante, la diferencia significativa de esta variable fúngica ( $p = 0,006$ ) entre ambos inoculantes pudiera relacionarse con una mayor eficiencia en el intercambio del monotipo respecto al consorcio del politipo. Este último mostró una frecuencia o porcentaje de colonización (% CM) del 19,4 %, mientras que el monotipo fue del 18,9 %, sin diferir significativamente ( $p < 0,05$ ), según la prueba t de Student. Estos valores pueden

considerarse aceptables si se comparan con los obtenidos en otros cultivos [Herrera *et al.*, 2011] y con el relativo corto tiempo de establecido.

Hernández (1999) señala que en árboles frutales y especies leñosas el proceso de penetración y colonización del HMA es más lento debido al rápido crecimiento inicial del sistema radical en esta fase simbiótica, en la cual el requerimiento energético es mucho mayor por parte del hongo, quien demora también en ser reconocido como un elemento no patógeno [Bonfante y Requena, 2011] hasta establecerse en el interior de sus raíces.

Actualmente se conoce que el proceso de colonización no es un evento lineal, y mucho menos sincronizado, por lo que resulta difícil correlacionar valores de esta variable fúngica con algunos indicadores de eficiencia entre los simbioses [McGonigle *et al.*, 1990; Bonfante y Genre, 2010].

Se considera que los inóculos coctel o politipo actúan de forma eficaz porque estimulan la competitividad entre las cepas y potencian la diversidad en la comunidad de Glomeromycetos y del suelo en general [Feddermann *et al.*, 2010]. Esta cualidad puede deberse a la presencia de varios arbusculos (estructuras fúngicas de intercambio) de diferente edad y ontogenia que pueden coexistir en segmentos de raíz ya colonizados, e incluso que pudiera ser recolonizado por otro apresorio o hifopodio, independientemente de su origen [Bonfante y Genre, 2010].

Recientes ensayos en casas de cultivo han demostrado que no existen diferencias significativas entre el efecto de crecimiento en plántulas de pimiento con inóculos coctel, respecto a integrantes del consorcio micorrízico, aplicados de forma independiente al mismo cultivo [Ortas *et al.*, 2011]. Los resultados aquí mostrados apuntan a que las mezclas de especies de *Glomus* utilizadas en el politipo no efectúan una simbiosis más eficaz a la que *G. cubense* efectúa de forma independiente en *C. aurantium* (L.), patrón C35, o al menos no se manifiesta en la fase primaria de establecimiento del patrón. La eficiencia simbiótica depende de la estimulación que antes (fase presimbiótica) y a inicios de la simbiosis efectúan las plantas. Estas activan la mayoría de sus mecanismos reguladores y «acomodan» algunos elementos móviles de origen fúngico o vegetal que participan en el reconocimiento entre los simbioses. Esto le crea al fito-simbionte un mayor consumo de energía [Bonfante y Genre, 2010] que no puede utilizar de inmediato para ostentar el tan deseado «incremento en talla» como presupuesto sinérgico ante la simple presencia de un mico-simbionte. En este sentido, Baier *et al.* (2010) afirman que el consumo de sacarosa-sintasa afecta tanto el desarrollo de los arbusculos como la altura de las plantas (LT) y el peso seco del follaje (PSH) en *Medicago truncatula* Gaertner.

En los cítricos es prioridad incrementar el LRP en el menor tiempo posible durante el primer estadio de las plántulas. De ese modo se garantiza un buen desarrollo radical al realizar el trasplante a bolsas. En esta fase se trunca la dominancia apical de la raíz y se estimula el crecimiento de las raíces secundarias. Es destacable que la utilización del inóculo monotipo favoreció, en solo dos meses, el incremento del área foliar hasta el 37 %, y el largo de la raíz principal hasta en el 8 % respecto a las plantas no inoculadas. La especie *G. cubense* posee gran potencial para el desarrollo de sistemas de producción intensiva de patrones cítricos. No se descarta el empleo de otras especies que individualmente, o en conjunto (coctel), también tienen efecto positivo sobre otros patrones cítricos, según García (1999).

La micorrización temprana del material vegetal confiere un beneficio inicial a las plantas micorrizadas en cuanto a supervivencia al trasplante y establecimiento en plantación [Camprubí *et al.*, 2000]. Los efectos beneficiosos de la introducción artificial de inóculo micorrízico resultarán más evidentes en suelos donde las poblaciones de HMA nativos no existen, o han sido eliminadas por empleo de prácticas agrícolas desfavorables para su desarrollo como la fumigación del suelo y el cultivo intensivo [Hernández, 1999]. La selección previa del simbiote adecuado para el portainjertos de frutales puede representar una ventaja que permita el replante con garantías de supervivencia y desarrollo del árbol en fase inicial cuando este es más vulnerable [Camprubí *et al.*, 2000].

En este experimento, para ambos inoculantes, se obtuvieron plantas con talla de trasplante (de 7 a 8 cm) en solo dos meses. Es significativo precisar que actualmente el período convencional para el trasplante es de tres meses (sin aplicar HMA al sustrato). Este resultado coincide con los de Tornet *et al.* (2012), quienes también lograron reducir en un mes la producción de limero Persa sobre patrones de mandarina Cleopatra y de *Citrus volkameiriana* L. Pask. De este modo se evidencia la importancia en términos económicos de los beneficios derivados de una mayor y más uniforme producción, un crecimiento más rápido y entrada en producción de las plantas, así como una mejor calidad de la cosecha y significativo ahorro en fertilizantes, riego y productos fitosanitarios [Hernández, 1999].

## CONCLUSIONES

- El inoculante monotipo en base a *G. cubense* aportó mayor eficiencia a la simbiosis con el patrón Agrio C35 mediante el incremento en el peso seco de las

hojas y el área foliar respecto al efecto del inoculante mixto compuesto por otras especies de *Glomus*.

- Los incrementos netos alcanzados en las variables vegetativas permitieron disminuir en un mes el período establecido para el trasplante de las plantas patrones inoculadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los doctores Eduardo Furrázola y Ramón Rivera del IES y el INCA, respectivamente, por el suministro de ambos inoculantes. Al doctor José Clemente de la Empresa Cítricos Ceiba, por el apoyo logístico durante el muestreo. A los trabajadores del vivero de la Empresa Cítricos Ceiba en Artemisa por toda la dedicación y experiencia brindadas.

## REFERENCIAS

- Agustí, M.: *Citricultura*. Ediciones Mundi Prensa, 2000, Barcelona, 416 pp.
- Baier, M. C.; M. Keck; V. Godde; K. Niehaus; H. Kuster; N. Hohnjec: «Knockdown of the Symbiotic Sucrose Synthase (SucS1) Affects Arbuscule Maturation and Maintenance in Mycorrhizal Roots of *Medicago truncatula*», *Plant Physiol.* 152: 1000-1014, EE. UU., 2010.
- Bonfante, P.; A. Genre: «Mechanisms Underlying Beneficial Plant-Fungus Interactions in Mycorrhizal Symbiosis», *Nat. Commun.* 12: 1-48, Reino Unido, 2010.
- Bonfante, P.; N. Requena: «Dating in the Dark: How Roots Respond to Fungal Signals to Establish Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis», *Cur. Op. in Plant Biol.* (14): 451-457, EE. UU., 2011.
- Brundrett, M. C.: «Mycorrhizal Associations and Other Means of Nutrition of Vascular Plants: Understanding the Global Diversity of Host Plants by Resolving Conflicting Information and Developing Reliable Means of Diagnosis», *Plant & Soil.* 320: 1-41, Reino Unido, 2009.
- Camprubí, A.; C. Calvet; V. Estaún: «Micorrizas arbusculares en producción agrícola», *Horticultura*, 144: 38-41, España, 2000.
- Camprubí, A.; C. Calvet: «A Field Inoculation System for Citrus Nurseries Using Pre-Cropping with Mycorrhizal Aromatic Plants», *Fruits* 51: 133-137, EE. UU., 1996.
- Castillo, A. M.; E. Avitia; T. Corona: «Inoculación en duraznero con productos micorrízicos comerciales», *TERRA Latinoamericana*, 24 (2): 293-297, Chile, 2006.
- FAO: «Producción y consumo mundial de los Cítricos en 2010», 13<sup>th</sup> Intergovernmental Meeting on Citrus, Food and Agriculture Organization, Beijing, China, mayo, 2010.
- Feddermann, N.; R. Finlay; T. Boller; M. Elfstrand: «Functional Diversity in Arbuscular Mycorrhiza—the Role of Gene Expression, Phosphorous Nutrition and Symbiotic Efficiency», *Fungal Ecol.* (3):1-8, Reino Unido, 2010.
- Fernández, R.: «Micorrizas: Desenterrando un tesoro», *Agricultura Orgánica*, 14 (1): 22-25, Cuba, 2008.
- Fernández, K.; F. Fernández; R. Rivera; V. Olalde: «Micorrización *in vitro* e *in vivo* de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* var. Alfa)», *Cultivos Tropicales*, 31 (2): 21-31, Cuba, 2010.
- Fitzsimons, M. S.; R. M. Miller; J. D. Jastrow: «Scale-dependent Niche Axes of Arbuscular Mycorrhizal Fungi», *Oecologia*, 158: 117–127, EE. UU., 2008.
- García, M. J.: «Valoración biológica del uso de las micorrizas vesículo-arbusculares en dos patrones de cítricos», tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias de Ecología y Sistemática Aplicada, Mención Ecología, Universidad de La Habana, Cuba, 1999, 74 pp.
- Gianinazzi, S.; A. Gollotte; M. N. Binet; D. van Tuinen; D. Redecker; D. Wipf: «Agroecology: the Key Role of Arbuscular Mycorrhizas in Ecosystem Services», *Mycorrhiza*, 20 (8): 519-530, Reino Unido, 2010.
- Giovannetti, M.; B. Mosse: «An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots», *New Phytol.*, 84: 489-500, Reino Unido, 1980.
- Hernández, A.: «Micorrización temprana de portainjertos de frutales como alternativa biotecnológica para el control de nemátodos», tesis doctoral, Universidad de Barcelona, 1999, 187 pp.
- Herrera, R. A.; E. Furrázola; R. L. Ferrer; R. Fernández; Y. Torres: «Functional Strategies of Root Hairs and Arbuscular Mycorrhizae in an Evergreen Tropical Forest, Sierra del Rosario, Cuba», *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 35 (3): 113-123, Cuba, 2004.
- Herrera, R. A.; C. H. Hamel; F. Fernández; R. L. Ferrer; E. Furrázola: «Soil-Strain Compatibility: the Key to Effective Use of Arbuscular Mycorrhizal Inoculants?», *Mycorrhiza*, 21:183-193, Reino Unido, 2011.
- Klironomos, J. N.: «Variation in Plant Response to Native and Exotic Arbuscular Mycorrhizal Fungi», *Ecology*, 84: 2292-2301, EE. UU., 2003.
- Krugh, B.; L. Bichham; D. Miles: «The Solid-State Chlorophyll Meter, a Novel Instrument for Rapidly and Accurately Determining the Chlorophyll Concentrations in Seedling Leaves», *Maize Genetics Cooperation News Letter.*, 68: 25-27, EE. UU., 1994.
- Leake, J. R.; D. Johnson; D. P. Donnelly; G. E. Muckle; L. Boddy; D. J. Read: «Networks of Power and Influence: the Role of Mycorrhizal Mycelium in Controlling Plant Communities and Agroecosystem Functioning», *Can. J. Bot.* 82: 1016-1045, Canadá, 2004.
- McGonigle, T.; M. Miller; D. Evans; D. Fairchild; J. Swan: «A New Method Which Gives an Objective Measure of Colonization of Roots by Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi», *New Phytol.* 115: 495-501, Reino Unido, 1990.
- Nemec, S.: «Response to Six Citrus Rootstocks to Three Species of *Glomus*», *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 91: 1-10, EE. UU., 1978.
- Oehl, F.; D. Redecker; E. Sieverding: «*Glomus badium*, a New Sporocarpic Mycorrhizal Fungal Species from European Grasslands with Higher Soil pH», *Angewandte Botanik*, 79: 38-43, Alemania, 2005.
- Ortas, I.; N. Sari; C. Akpınar; H. Yetisir: «Screening Mycorrhiza Species for Plant Growth, P and Zn Uptake in Pepper Seedling Grown Under Greenhouse Conditions», *Scientia Horticulturae*, 128: 92-98, EE. UU., 2011.
- Parniske, M.: «Arbuscular Mycorrhiza: the Mother of Plant Root Endosymbioses», *Nat. Rev. Microbiol.*, 6 (10): 763-775, Reino Unido, 2008.
- Phillips, J. M.; D. S. Hayman: «Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection», *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 55: 158-161, Reino Unido, 1970.
- Rivera, R.; F. Fernández; K. Fernández; L. Ruiz; C. Sánchez; M. Riera: «Advances in the Management of Effective Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis in Tropical Ecosystems», Hamel C, Plenchette C (eds) *Mycorrhizae in crop production: Applying knowledge*. Haworth, Binghampton, 151-196, EE. UU., 2007.
- Román, F.: «Concentración de reguladores del desarrollo vegetal inducida por hongos endomicorrízicos en dos cultivares de Chile (*Capsicum annuum*, L.)», tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias, Universidad de Colima, México, 2003, 121 pp.
- Ter Braak, C. J. F.: «Canonical Correspondence Analysis: a New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis», *Ecology* 67 (5): 1167-1179, EE. UU., 1986.
- SPSS Inc. 2007. «SPSS vers.16», Chicago, Illinois, EE. UU.
- Tornet, Y.; M. Aranguren; O. González; L. Sardiñas: «Influencia de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el crecimiento de cinco patrones de cítricos en vivero injertados con limero Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Jagüey Grande», XVIII Congreso Científico Internacional del INCA. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, del 6 al 9 de noviembre de 2012.