

Hongos micorrizicos arbusculares y sus efectos en el crecimiento de diferentes cultivares de *Capsicum annuum* L.

Arbuscular mycorrhizal fungi and their effects on growth of different cultivars of *Capsicum annuum* L.

González-Mendoza D¹, A García-López¹, C Ceceña Duran¹, O Grimaldo-Juarez¹,
M Aviles-Marín¹, Y Pérez-Luna², P Álvarez-Gutiérrez²

Resumen. Los cambios en el número de hojas, raíces y altura de tres especies de chile (Jalapeño, Serrano y De árbol) se determinaron luego que las mismas fueron inoculadas con *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus Zac-19* bajo condiciones de invernadero. Los resultados indicaron que *Glomus intraradices* FS18 produjo mayores efectos en altura (6,12 cm y 5,63 cm) y número de hojas (10,66 y 5,84) en chile Jalapeño y De árbol, respectivamente. Por su parte, *Glomus Zac-19* estimuló significativamente el número de hojas y raíces en chile Serrano (6,17 hojas y 15,31 raíces) y en chile De árbol (6,52 hojas y 26,32 raíces). Los resultados obtenidos muestran la capacidad de ambas cepas de hongos micorrizicos de estimular el crecimiento de las plántulas de los tres cultivares de *C. annuum* L. Esto demuestra el potencial del empleo de estas cepas de hongos micorrizicos en la producción de plántulas de interés agronómico.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L.; Inoculante; Raíces; Micorrización.

Abstract. We studied the changes in the number of leaves, roots and height on three cultivars of *Capsicum annuum* (Jalapeño, Serrano and De árbol) after inoculation with *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus Zac-19*. Results indicated that *Glomus intraradices* FS18 produced greater effects on height (6.12 and 5.63 cm) and number of leaves (10.66 and 5.84) in the cultivars “Jalapeño” and “De árbol”, respectively. On the other hand, *Glomus zac-19* stimulated the number of leaves and roots in “Serrano” pepper (6.17 leaves and 15.31 roots) and “Arbol” (6.52 leaves and 26.32 roots). Our results demonstrate the capacity of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus Zac-19* of stimulating seedling growth on the three cultivars of *Capsicum annuum* L. This demonstrates the potential for using arbuscular mycorrhizal fungi in the production of plants of agronomic interest.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; Inoculants; Roots; Mycorrhization.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC). Carretera a Delta s/n C.P. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México.

²Cuerpo Académico de Investigación y Desarrollo Agroindustrial. Universidad Politécnica de Chiapas. Eduardo J. Selvas s/n Col. Magisterial, 29010. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Address Correspondence to: Daniel González Mendoza, e-mail: daniasaf@gmail.com

Recibido / Received 14.X.2014. Aceptado / Accepted 6.XII.2014.

INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* fue uno de los primeros cultivos domesticados en Mesó-América y desde entonces ha formado parte fundamental en la dieta del pueblo Mexicano (Nuez et al., 1996). De todas las especies del género *Capsicum*, solo cinco son comestibles (*C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. pubescens* y *C. chinense*) siendo *C. annuum* L. la más importante. Su centro de origen se localiza en México y América central (Pickersgill, 1997; Aguilar-Melendez et al., 2009). En México, los cultivares de *C. annuum* Serrano, De árbol y Jalapeño son ampliamente cultivados en casi todo el territorio nacional (Lújan y Chávez, 2003). Recientemente, ha cobrado interés el uso de microorganismos benéficos como los hongos micorrízicos arbusculares (HMAs) como una alternativa para mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas disminuyendo la aplicación de fertilizantes al agro-ecosistema (Davies et al., 2000). Los HMAs son capaces de incrementar la absorción de nutrimentos (N, P, K, Ca, Cu, Mg, Mn, Zn, etc.) y distribuirlos a la planta; esto es debido a que incrementan el área de exploración radical, a través de la extensión de sus hifas en el suelo (Martin y Stutz, 2004). La aplicación de los HMAs en el cultivo del género *Capsicum* ha demostrado una mejora en la nutrición de las plantas así como en la tolerancia a patógenos del suelo (Espinosa-Victoria et al., 2004; Mena-Violante et al., 2006). No obstante, los efectos benéficos de los HMAs en el cultivo de plantas pueden variar de acuerdo a los genotipos de HMAs empleados y especies de plantas utilizadas (Parke y Kaeppler, 2000; Alonso-Contreras et al., 2013). Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de *G. intraradices* FS18, y la multicepa *Glomus* Zac-19, en el crecimiento de tres cultivares del género *C. annuum* L. (Serrano, Jalapeño y De árbol).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó bajo condiciones de invernadero en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Se emplearon semillas de *C. annuum* L., cultivar Jalapeño; Serrano y De árbol proporcionadas por el departamento de semillas del Colegio de posgraduados, Montecillos, Estado de México. Las semillas antes de su uso se desinfectaron externamente con una solución de hipoclorito de sodio al 0,3% por 5 min, y tres lavados consecutivos con agua estéril. La germinación de las semillas de los tres cultivares de *C. annuum* se llevó a cabo en charolas de germinación con arena esterilizada a calor húmedo (120 °C) por 2 h dentro de una cámara de crecimiento (LAB LINE INSTRUMENTS Serie 798-001) a una temperatura de 35 °C, con fotoperíodo de 12-h de luz:oscuridad y 60% de humedad relativa.

Propagación e inoculación de las plantas con HMAs. Los HMAs fueron proporcionados por el Dr. Alejandro Alar-

cón del Laboratorio de Microbiología del Departamento de Edafología del Colegio de Posgraduados, Montecillos, Texcoco. Los HMAs utilizados fueron *Glomus* spp. Zac-19 (consorcio fúngico que contiene *G. claroideum*, *G. diaphanum*, *G. albidum*), y *G. intraradices* FS18, los cuales se produjeron en condiciones controladas en sorgo usando arena como sustrato. El suelo con HMAs se almacenó bajo refrigeración a temperatura de 10 °C por ocho días antes de ser empleado, con la finalidad de romper el estado de latencia de las esporas. Previo a su utilización, se cuantificó el número de esporas en 10 g de suelo-inóculo por el método de tamizado en húmedo y decantación (Gerdermann y Nicolson, 1963), obteniéndose en *Glomus* spp. Zac-19 un promedio de 82 esporas y en *G. intraradices* FS-18, de 122 esporas. La inoculación de las plántulas con *Glomus* spp. Zac-19 y *G. intraradices* FS-18 se realizó a los 30 días después de la germinación de las semillas de los tres cultivares de *C. annuum*.

Se empleó un diseño experimental con arreglo factorial (3x3) completamente aleatorizado con tres repeticiones. El primer factor contempla las dos cepas de HMAs y el segundo representa a los tres cultivares del género *C. annuum* L. (Serrano, Jalapeño y De árbol). De esta manera, se obtuvieron 9 tratamientos: 1) Serrano (testigo); 2) Jalapeño (testigo); y 3) De árbol (testigo); 4) *Glomus* spp. Zac-19 + Serrano; 5) *Glomus* spp. Zac-19 + Jalapeño; 6) *Glomus* spp. Zac-19 + De árbol; 7) *G. intraradices* FS18 + Serrano; 8) *G. intraradices* FS18 + Jalapeño; 9) *G. intraradices* FS18 + De árbol. Las unidades experimentales que conformaron cada uno de los tratamientos estuvieron compuestas por 40 plantas colocadas en macetas con un arreglo completamente al azar. Para tal fin se seleccionaron plántulas (30 días después de la germinación) con tamaño uniforme y se trasplantaron en recipientes de 500 mL usando como sustrato arena con turba (1:2 v/v) esterilizada e inoculadas con 13 gramos de inoculante de *Glomus* spp. Zac-19 y *G. intraradices* FS18 (100 esporas/10 gramos de suelo-inóculo). Una vez inoculadas, las plantas se mantuvieron en un invernadero con un rango de temperatura entre 28 y 35 °C durante el día y entre 24 y 26 °C durante la noche, con un fotoperíodo de 12-h luz:oscuridad, y un 60% de humedad relativa. Las plantas establecidas tuvieron un régimen de riego diario con agua destilada, y con una fertilización semanal con solución nutritiva de Hoagland's diluida al 50% de concentración original (Hoagland y Arnon, 1950). La distribución de las macetas fue completamente al azar con redistribución cada semana.

Variabes físicas evaluadas. Las plantas inoculadas con los HMAs fueron colectadas cada siete días durante un mes después de ser inoculadas. En cada colecta de las plantas inoculadas y sin inocular se determinaron las siguientes variables: altura, diámetro de tallo, número de hojas y número de raíces adventicias. El número de raíces adventicias de las plantas inoculadas con las dos cepas de HMAs se evaluó utilizando un estereomicroscopio AFX-II (Nikon, Tokio).

Para la evaluación del porcentaje de colonización micorrízica se utilizó el método descrito por Phillips y Hayman (1976), modificado por Manske (1994).

Análisis estadístico. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza con $p < 0.05$, con prueba de medias de Tukey, mediante el sistema de análisis estadístico versión 6.12 (SAS Institute, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inoculación con *Glomus* spp. Zac-19 y *G. intraradices* FS18 estimuló significativamente una mayor altura en las plantas de los tres cultivares de *C. annuum*, Jalapeño, Serrano y De árbol, con respecto a las plantas no inoculadas (testigo) a los 7, 14, 21 y 30 días después de la inoculación (Tabla 1). Aun cuando ambas cepas estimularon una mayor altura en los tres cultivares, la cepa de *G. intraradices* FS18 fue la que mostró un efecto significativo en los cultivares Jalapeño y De árbol a los 30 días después de la inoculación (Tabla 1). Por otra parte, el efecto de esta cepa sobre la altura de los cultivares antes mencionados no fue significativo con respecto a *Glomus* spp. Zac-19 a los 7, 14 y 21 días después de la inoculación. En contraste, *Glomus* spp. Zac-19 fue superior a *G. intraradices* FS18, en la estimulación de una mayor altura con el cultivar Serrano, ya que presentó un efecto significativo a los 21 y 30 días después de la inoculación. El efecto de la inoculación de los HMAs sobre la altura en el presente estudio concuerda con los reportes de Castillo et al. (2009). Estos autores informaron una mayor altura en plantas de *C. annuum* L. cv “Cacho de Cebra” inoculadas con HMAs en comparación con las no inoculadas. Esto puede ser resultado de un incremento en la actividad de

fitohormonas ocasionado por la inoculación de las plantas con HMAs (Allen et al., 2001).

La inoculación con *G. intraradices* FS18 estimuló de manera significativa un mayor número de hojas del cultivar Jalapeño a los 7, 14 y 30 días después de la inoculación (Tabla 2). En contraste, la inoculación de plantas de Serrano y De árbol con *G. intraradices* FS18 no presentó cambios significativos con respecto a las plantas no inoculadas al final del experimento (Tabla 2). Por otra parte, *Glomus* spp. Zac-19 mostró una tendencia de incrementar el número de hojas de los cultivares Serrano y De árbol de manera significativa con respecto al tiempo de inoculación (7, 14, 21 y 30 días), comparado con *G. intraradices* FS18 (Tabla 2). Resultados similares fueron encontrados por Alonso-Contreras et al. (2014), quienes observaron que la inoculación simultánea de *C. annuum* L. con *Glomus coremiooides*, *G. sinuosum*, *G. geosporum* y *Gigaspora* sp., mostró un efecto positivo sobre el número de hojas. El incremento del número de hojas puede ser resultado de un incremento en la eficiencia de absorción de P y su movilización a los tejidos vegetales, lo que puede influir en una mayor expansión foliar (Guissou, 2009; Rubí et al., 2012). Ambas cepas de HMAs estimularon de manera significativa un mayor grosor del tallo en el cultivar Jalapeño después de 14 días de inoculación con respecto al testigo. Los cambios significativos en el diámetro del tallo se mantuvieron únicamente con respecto al testigo a los 21 y 30 días después de la inoculación, ya que entre HMAs no existieron diferencias significativas (Tabla 3). La inoculación con los HMAs no afectó significativamente el diámetro del tallo en el cultivar Serrano. No obstante, la cepa de *G. intraradices* FS18 indujo cambios significativos en el diámetro del tallo en el cultivar De árbol a los 21 y 30 días después de la inoculación (Tabla 3).

Tabla 1. Efecto de *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus* zac-19 sobre la altura (cm) de tres cultivares de *Capsicum annuum* L.
Table 1. Effect of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus* zac-19 on height (cm) of three cultivars of *Capsicum annuum* L.

Tratamiento	Días posteriores a la inoculación			
	7	14	21	30
Jalapeño (Testigo)	2,43 a	3,57 a	3,63 a	4,76 a
Jalapeño + <i>G. intraradices</i> F18	3,25 b	4,24 b	3,92 b	6,12 b
Jalapeño + <i>Glomus</i> zac-19	3,25 b	3,92 b	4,11 a	2,92 c
Serrano (Testigo)	2,51 a	2,03 c	2,75 c	2,92 c
Serrano + <i>G. intraradices</i> F18	2,76 a	3,23 a	2,95 a	3,17 a
Serrano + <i>Glomus</i> zac-19	2,24 a	2,78 a	3,57 a	3,83 a
De árbol (Testigo)	2,05 a	3,13 a	2,53 c	2,76 c
De árbol + <i>G. intraradices</i> F18	2,11 a	3,21 a	3,58 a	5,73 b
De árbol + <i>Glomus</i> zac-19	2,22 a	3,37 a	3,58 a	4,11 d

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.
Treatments with the same letter are not significantly different (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.

Alonso-Contreras et al. (2014) mencionaron que el efecto observado de los HMAs en el incremento del diámetro del tallo en plantas de *C. annuum* puede ser resultado de una mayor eficiencia en la absorción nutrimental, principalmente P, de las plantas inoculadas con respecto a las testigo. Por otra parte, debe considerarse la posible influencia del grado de efectividad de *G. intraradices* FS18 y *Glomus* spp. Zac-19 sobre el incremento de altura, número de hojas y diámetro de tallo en los cultivares de *C. annuum*. La efectividad de los inóculos micorrízicos se asocian al genotipo de planta usada. Debido a esto, cada especie o cultivar puede presentar diferentes grados de dependencia micorrízica dependiendo de las HMAs usadas, lo que se refleja en un mayor beneficio para la planta (Hernández-Martínez et al., 2006).

Glomus intraradices FS18 indujo un mayor número de raíces adventicias que *Glomus* Zac-19, con respecto a las plantas sin inocular, en los cultivares Serrano y Jalapeño (Tabla 4). Este comportamiento se pudo deber a que cada cepa de HMAs biosintetiza reguladores de crecimiento que estimulan de manera diferente la formación de raíces adventicias. Este es el resultado de la eficiencia de la comunicación molecular y bioquímica entre el simbionte y la especie de planta, manifestándose en el desarrollo vegetativo (Gianinazzi et al., 2004). Similares resultados han sido reportados por Guissou et al. (1998) y Chu (1999). Estos autores demostraron que el crecimiento de las plantas mostraba una variación de acuerdo a la cepa de hongo utilizado al probar varias especies de HMAs

Tabla 2. Efecto de *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus* zac-19 en el número de hojas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L.
Table 2. Effect of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus* zac-19 on the number of leaves of three cultivars of *Capsicum annuum* L.

Tratamiento	Días posteriores a la inoculación			
	7	14	21	30
Jalapeño (Testigo)	3,14 a	3,12 a	3,77 a	4,36 a
Jalapeño + <i>G. intraradices</i> F18	5,57 c	6,35 d	5,75 b	10,66 b
Jalapeño + <i>Glomus</i> zac-19	4,35 b	4,35 b	6,65 d	7,64 a
Serrano (Testigo)	4,16 b	4,16 b	4,63 c	5,83 c
Serrano + <i>G. intraradices</i> F18	3,74 b	3,98 c	4,16 c	4,69 c
Serrano + <i>Glomus</i> zac-19	4,83 b	4,87 b	5,36 b	6,17 d
De árbol (Testigo)	2,13 b	3,75 c	4,22 c	5,31 c
De árbol + <i>G. intraradices</i> F18	3,74 a	4,95 b	5,47 b	5,34 c
De árbol + <i>Glomus</i> zac-19	4,62 b	5,37 b	6,43 d	6,52 d

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.
Treatments with the same letter are not significantly different (Tukey $p < 0.05$), $n=4$.

Tabla 3. Efecto de *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus* zac-19 en el diámetro del tallo (mm) de tres cultivares de *Capsicum annuum* L.
Table 3. Effect of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus* zac-19 on stem diameter (mm) in three cultivars of *Capsicum annuum* L.

Tratamiento	Días posteriores a la inoculación			
	7	14	21	30
Jalapeño (Testigo)	0,14 a	0,16 a	0,18 a	0,21 a
Jalapeño + <i>G. intraradices</i> F18	0,18 a	0,22 b	0,24 b	0,27 c
Jalapeño + <i>Glomus</i> zac-19	0,18 a	0,22 b	0,22 b	0,26 c
Serrano (Testigo)	0,11 a	0,13 a	0,13 a	0,15 a
Serrano + <i>G. intraradices</i> F18	0,12 a	0,14 a	0,16 a	0,17 a
Serrano + <i>Glomus</i> zac-19	0,14 a	0,15 a	0,18 a	0,19 a
De árbol (Testigo)	0,11 a	0,13 a	0,15 a	0,16 a
De árbol + <i>G. intraradices</i> F18	0,14 a	0,16 a	0,19 b	0,22 b
De árbol + <i>Glomus</i> zac-19	0,13 a	0,16 a	0,18 a	0,20 a

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.
Treatments with the same letter are not significantly different (Tukey $p < 0.05$), $n=4$.

sobre tres especies de árboles frutales (*Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica* y *Zizyphus mauritiana*) y en la palma (*Euterpe oleracea*), respectivamente. Alonso-Contreras et al. (2013) identificaron un efecto positivo principalmente sobre el diámetro del tallo, área foliar, peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz de las plantas al probar cepas de *Glomus coremioides*, *G. sinuosum*, *G. geosporum* y *Gigaspora* sp en *Capsicum annuum* (chile ancho).

Glomus intraradices FS18 presentó mayor porcentaje de colonización micorrízica en los cultivares “De árbol” y Se-

rano al final del experimento (Tabla 5). Al mismo tiempo, la cepa *Glomus* Zac-19 tuvo una mayor colonización en el cultivar Jalapeño (Tabla 5). En términos generales, la cepa de HMAs más efectiva para promover el crecimiento fue *G. intraradices* FS18 en los cultivares Jalapeño y “De árbol”. Por su parte, la cepa de *Glomus* Zac-19 fue más efectiva en el cultivar Serrano. Esto indica que las relaciones existentes entre efectividad de *G. intraradices* FS18 y *Glomus* Zac-19, así como la infectividad de cada cepa, variaron dependiendo de la planta hospedante. Los resultados obtenidos demues-

Tabla 4. Efecto de *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus* zac-19 en el número de raíces adventicias de tres cultivares de *Capsicum annuum* L.
Table 4. Effect of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus* zac-19 on the number of adventitious roots of three cultivars of *Capsicum annuum* L.

Tratamiento	Días posteriores a la inoculación			
	7	14	21	30
Jalapeño (Testigo)	2,71 a	4,33 a	6,71 a	9,42 a
Jalapeño + <i>G. intraradices</i> F18	5,32 b	7,63 b	9,52 b	12,14 b
Jalapeño + <i>Glomus</i> zac-19	5,72 b	8,86 c	11,36 c	15,31 a
Serrano (Testigo)	5,62 b	13,14 d	14,03 d	14,88 c
Serrano + <i>G. intraradices</i> F18	6,44 c	16,22 e	18,48 e	20,06 d
Serrano + <i>Glomus</i> zac-19	6,72 c	16,57 e	16,64 f	18,75 e
De árbol (Testigo)	3,03 a	12,73 d	14,92 d	20,12 d
De árbol + <i>G. intraradices</i> F18	7,48 d	16,42 e	21,08 g	22,14 f
De árbol + <i>Glomus</i> zac-19	9,06 e	15,72 e	20,56 g	26,32 f

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.
Treatments with the same letter are not significantly different (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.

Tabla 5. Porcentaje de colonización de *Glomus intraradices* FS18 y *Glomus* zac-19 en los tres cultivares de *Capsicum annuum* L. a los 30 días posteriores a la inoculación.

Table 5. Percentage colonization of *Glomus intraradices* FS18 and *Glomus* zac-19 on three cultivars of *Capsicum annuum* L. after 30 days from inoculation.

Tratamiento	% de colonización micorrizica
Jalapeño (Testigo)	0
Jalapeño + <i>G. intraradices</i> F18	56,63 b
Jalapeño + <i>Glomus</i> zac-19	72,06 b
Serrano (Testigo)	0
Serrano + <i>G. intraradices</i> F18	88,04 d
Serrano + <i>Glomus</i> zac-19	80,32 e
De árbol (Testigo)	0
De árbol + <i>G. intraradices</i> F18	76,41 e
De árbol + <i>Glomus</i> zac-19	64,28 f

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.

Treatments with the same letter are not significantly different (Tukey $p < 0,05$), $n=4$.

tran la capacidad de las dos cepas de HMAs de estimular el crecimiento de las plántulas de los tres cultivares de *C. annuum* L., y subsiguientemente su potencial en la producción de plántulas de Chile.

CONCLUSIONES

El estudio permitió observar que ambas cepas de HMAs pueden ser una opción viable para asociarse simbióticamente con los tres cultivares de *Capsicum annuum* L. *Glomus* intraradices FS18 puede ser usada en la producción de plántulas del cultivar Jalapeño, y *Glomus* Zac-19 para los otros cultivares. Sin embargo, futuros estudios deberían determinar la influencia de las cepas de HMAs en la calidad de los frutos de *Capsicum annuum* L.

REFERENCIAS

Aguilar-Meléndez, A., P.L. Morrell, M.L. Roose y S.C. Kim (2009). Genetic diversity and structure in semi wild and domesticated chiles (*Capsicum annuum*; Solanaceae) from Mexico. *American Journal of Botany* 96: 1190-1202.

- Allen, B.L., V.D. Jolley, C.W. Robbins y L.L. Freeborne (2001). Fallow versus wheat cropping of unamended and manure-amended soils related to mycorrhizal colonization, yield and plant nutrition of dry bean and sweet corn. *Journal of Plant Nutrition* 24: 921-943.
- Alonso-Contreras, R., L.I. Aguilera-Gómez, M. Rubí-Arriaga, A. González-Huerta, V. Olalde-Potugal y I.V. Rivas-Manzano (2013). Influencia de hongos micorrizicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. *Revista Mexicana en Ciencias Agrícolas* 4: 77-88.
- Castillo, C.G., C.A. Ortiz, F.R. Borie y R.E. Rubio (2009). Respuesta de Aji (*Capsicum annuum* L.) cv. "Cacho de Cabra" a la Inoculación con Hongos Micorrizicos Arbusculares. *Información Tecnológica* 20: 3-14.
- Chu, E. y Ying (1999). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on *Euterpe oleracea* mart. (acaí) seedlings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 1018-1024.
- Davies, F.T., V. Olalde-Portugal, M.J. Alvarado, H.M. Escamilla, R. Ferrera-Cerrato y J.I. Espinosa (2000). Alleviating phosphorus stress of chile ancho pepper (*Capsicum annuum* L "San Luis") by arbuscular mycorrhizal inoculation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75: 655-661.
- Espinosa-Victoria, D., D. González-Mendoza, J. Placencia-de la Parra y R. García-Espinosa (2004). Biocontrol de *Phytophthora capsici* en el sistema radical de plántulas de chile, pre-micorrizadas con *Glomus intraradix*. *Revista Terra Latinoamericana* 22: 317-327.
- Gianinazzi-Pearson, V., C. Azcon-Aguilar, G. Bécard, P. Bonfante, N. Ferrol, P. Franken, A. Gollotte, L.A. Harrier, L. Lanfranco y D. van Tuinen (2004). Structural and functional genomics of symbiotic arbuscular mycorrhizal fungi. En: Tkacz, J.S. y L. Lange (eds.), pp. 405-424. *Advances in Fungal Biotechnology for Industry, Medicine and Agriculture* Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, Boston. 424 p.
- Guisso, A.M., J.M. Bâ, Ouadba S., R. Guinko y Duponnois (1998). Responses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth, *Tamarindus indica* L. and *Zizyphus mauritiana* Lam. to arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus-deficient sandy soil. *Biology and Fertility of Soils* 26: 194-198.
- Guisso, T. (2009). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to growth and nutrient uptake by jujube and tamarind seedlings in a phosphate (P)-deficient soil. *African Journal of Microbiology Research* 3: 297-304.
- Hernández-Martínez, M., V. Cetina-Alcalá, M. González-Chávez y C. Cervantes-Martínez (2006). Inoculación micorrizica y su efecto en el crecimiento de dos leguminosas arbóreas. *Revista Terra Latinoamericana* 24: 65-73.
- Luján, F.M. y S. Chávez (2003). El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento desarrollado y producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 26: 81-87.
- Martin, C.A. y J.C. Stutz (2004). Active effects of temperature and arbuscular mycorrhizal fungi on growth, P uptake and root respiration of *Capsicum annuum* L. *Mycorrhiza* 14: 241-244.
- Mena-Violante, H., O. Ocampo-Jimenez, L. Dendooven, G. Martinez-Soto, J. González Castañeda, F.T. Davies, y V. Olalde-Portugal (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (*Capsicum annuum* L. cv. San Luis) plants exposed to drought. *Mycorrhiza* 16: 261-267.
- Nuez, V.F., R.O. Gil y J.G. Costa (1996). El cultivo del pimiento, chiles y ajies. Mundi Prensa. Madrid, España. 607 p.
- Parke, J.L. y S.W. Kaeppler (2000). Effects of genetic differences among crop species and cultivars upon the arbuscular mycorrhizal symbiosis. En: Kapulnik, Y. y D.D. Douds Jr. (eds), pp. 131-146. *Arbuscular mycorrhizas: Physiology and function*. Kluwer Academic Publication, 146 p.
- Pickersgill, B. (1997). Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96: 129-133.
- Rubí-Arriaga, M., A. González-Huerta, V. Olalde-Portugal, B.G. Reyes-Reyes, A.M. Castillo-González, D.J. Pérez-López y L.I. Aguilera-Gómez (2012). Contribución de fósforo al mejoramiento de calidad en *Lilium* y la relación con *Glomus fasciculatum* y *Bacillus subtilis*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 13: 125-139.
- SAS Institute (1997). SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary, NC. USA.