

# Arbuscular mycorrhizal fungi and vermicompost on papaya (*Carica papaya* L.) plant growth in greenhouse

## Hongos micorrizicos arbusculares y vermicomposta en el crecimiento de papaya (*Carica papaya* L.) en invernadero

Quiñones-Aguilar, Evangelina E.<sup>1</sup>; Rincón-Enríquez, Gabriel<sup>1</sup>; López-Pérez, Luis<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Unidad de Biotecnología Vegetal. Camino el Arenero 1227, 45019. Zapopan, Jalisco, México. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km. 9.5, Carretera Morelia-Zinapécuaro, 58880. Tarimbaro, Michoacán, México.

\*Autor de correspondencia: lexquilax@yahoo.com.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation and the application of vermicompost (V), on papaya (*Carica papaya* L.) plant growth in greenhouse.

**Design/methodology/approach:** *Rhizophagus intraradices* (RI), a Barranca de las Nueces (BN) native consortium and without AMF with three proportions of vermicompost in the substrate (0, 1 and 10% v/v), were evaluated using a completely randomized bifactorial design. After 90 days of establishment, variables of plant growth and mycorrhizal colonization were recorded. A variance analysis and Tukey test ( $P \leq 0.05$ ) of data were made.

**Results:** A significant effect of the vermicompost factor and the interaction of the factors (AMF×V) was found. The largest size of the plants with the highest proportion of vermicompost was recorded. The highest colonization was achieved with the BN inoculum. Regarding the interaction, it was found that the growth of the plants was greater as the vermicompost increased, but this was affected by the AMF inoculum.

**Limitations on study/implications:** No significant effect of the inoculum factor on the growth of the plants was found and the application of vermicompost to the substrate limits the AMF plant growth promoting.

**Findings/conclusions:** The growth of papaya plants was favored by inoculation with AMF, but is determined by the amount of organic matter present in the substrate. High concentrations of vermicompost limit the benefit that mycorrhiza can contribute to the growth of papaya in greenhouse.

**Keywords:** Biopromotion, organic fertilizer, mycorrhization, native consortium.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la inoculación con Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA) y aplicación de vermicomposta (V), en el crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en invernadero.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se estableció un diseño bifactorial completamente al azar, y se evaluó a *Rhizophagus intraradices* (RI), un consorcio nativo Barranca de las Nueces (BN) y sin HMA con tres proporciones de vermicomposta en el sustrato (0, 1 y 10% v/v). A los 90 d del establecimiento, se registraron variables de crecimiento de las plantas y la colonización micorrizica. A los datos se les realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias ( $P \leq 0.05$ ).

**Resultados:** Se encontró efecto significativo del factor vermicomposta y de la interacción de los factores (HMA×V). Se registró el mayor tamaño de las plantas a mayor proporción de vermicomposta. Se alcanzó la mayor colonización con el inóculo BN. Respecto a la interacción, el crecimiento de las plantas fue mayor a medida que se incrementó la vermicomposta, pero fue afectado por el inóculo de HMA.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** No se obtuvieron efectos significativos del factor inóculo en el crecimiento de las plantas; y la aplicación de vermicomposta al sustrato limita el efecto promotor de crecimiento de los HMA.

**Hallazgos/conclusiones:** El crecimiento de plantas de papaya es favorecido por la inoculación con HMA, pero es determinado por la cantidad de materia orgánica presente en el sustrato. Altas concentraciones de vermicomposta, limitan el beneficio que la micorriza puede aportar en el crecimiento de la papaya en invernadero.

**Palabras Clave:** Biopromoción, abono orgánico, micorrización, consorcio nativo.

## INTRODUCCIÓN

**La papaya** (*Carica papaya* L), es un cultivo de importancia agrícola a nivel nacional pues es una fruta de alta demanda; por lo que es importante desarrollar tecnología para incrementar el crecimiento de la planta tanto en condiciones de vivero como de campo, que garanticen plantas sanas y altamente productoras. Es conocido el efecto promotor del crecimiento que tienen los hongos micorrízicos en la mayoría de las plantas cultivadas, y también que, la papaya es una planta altamente dependiente de la micorrización para su crecimiento y desarrollo (Quiñones *et al.*, 1998). La vermicomposta es considerada como un material idóneo para la propagación de plantas ya que aporta nutrientes y mejora las propiedades físicas y químicas de los sustratos de propagación (López-Moctezuma *et al.*, 2005). Existen diferentes trabajos donde se evalúan diferentes condiciones nutricionales del medio de crecimiento de las plantas, en combinación con inóculos micorrízicos. Los resultados muestran efectos contradictorios sobre el efecto simple y combinado de estos factores (Quiñones *et al.*, 1998, 2014, 2015). Las contradicciones en estos resultados, pueden ser por el tipo de inóculo utilizado (generalmente monoespecíficos), y el tipo de abastecimiento nutricional (orgánico o químico). Por lo que en este trabajo se planteó evaluar el efecto de hongos micorrízicos arbusculares y vermicomposta, en el crecimiento y colonización micorrízica de plantas de papaya en invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en un invernadero tipo cenital de plástico, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (19° 45' 95" N, 101° 09' 16" O, y 1900 m de altitud), bajo condiciones de luminosidad, temperatura y humedad ambiental. Se evaluó el tipo de Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) y la adición de vermicomposta al sustrato de crecimiento (arena de río). Los HMA evaluados fueron, un producto comercial a base de *Rhizophagus intraradices*

y un consorcio nativo denominado Barranca de las Nueces, obtenido de plantaciones de agave del estado de Michoacán (Trinidad-Cruz *et al.*, 2017); el cual ha mostrado efectividad en la promoción de crecimiento en varios cultivos (Reyes-Tena *et al.*, 2015; 2016). Las diferentes proporciones de vermicomposta evaluadas fueron 0, 1 y 10% v/v. Estas mezclas fueron utilizadas como sustrato para el crecimiento de las plantas de papaya.

## Características del sustrato

La arena fue de textura franco arenosa, pH 6.6, 1.2% de materia orgánica, 5 mg kg<sup>-1</sup> de nitrógeno en forma de amonio, 13 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo, 38 mg kg<sup>-1</sup> de potasio y 218 mg kg<sup>-1</sup> de calcio. La vermicomposta tenía un pH 7.6, materia orgánica superior al 50%, 1% de nitrógeno total, 0.3% de fósforo, 1.1% de potasio, 1.6% de calcio. Las mezclas que se generaron se esterilizaron (120°C/1.05464 kg cm<sup>-2</sup>/3 h), con la finalidad de eliminar los microorganismos presentes.

## Establecimiento, inoculación y manejo de plantas en el invernadero

Plantas de papaya germinadas en sustrato estéril que presentaban un tamaño similar y las primeras dos hojas verdaderas, se trasplantaron a bolsas de plástico negra para vivero llenas con 2 kg de las diferentes mezclas de arena y vermicomposta. Al momento del trasplante, se realizó la inoculación con los diferentes inóculos de HMA evaluados; para esto, se hizo una cavidad en el centro de la bolsa donde se colocó la planta y se aplicó el inóculo directamente a la raíz. La cantidad de inóculo que se aplicó fue de 80 esporas de HMA. Las plantas que no fueron inoculadas, al momento del

trasplante se les aplicó 50 g de arena estéril para que tuvieran la misma manipulación que las inoculadas. Una vez establecido el experimento, las plantas se mantuvieron en invernadero y el manejo consistió únicamente en proporcionar riegos con agua des ionizada, cada vez que fuera necesario para mantener el sustrato a capacidad de campo.

Se estableció un diseño bifactorial completamente al azar con los inóculos de HMA: *Rhizophagus intraradices* (RI), consorcio nativo Barranca de las Nueces (BN) y sin HMA; y tres proporciones de vermicomposta adicionada al sustrato (0, 1 y 10% v/v). Se generaron nueve tratamientos y cada uno se repitió seis veces. La unidad experimental fue una bolsa con una planta de papaya. Las variables respuesta se analizaron mediante un análisis de varianza factorial, considerando cada factor independiente además de la interacción a un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Se realizó una prueba de separación de medias con la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ); todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion v. XV (StatGraphics, 2005).

### Variables

A los 90 d después del trasplante, se registró la altura de planta (AP, con una regla graduada en cm); diámetro del tallo (DT, medido en mm con un vernier en la base del tallo); volumen de raíz (VR, en  $\text{cm}^3$  por volumen desplazado); área foliar (AF, determinado en  $\text{cm}^2$  con un integrador de área foliar LI-3100); peso seco total (PST, secado en estufa a  $72^\circ\text{C}$  hasta peso constante y expresado en g). Así mismo, se determinó el porcentaje de colonización micorrízica (PCM), para lo cual una muestra de raíz de cada planta (5 g), fueron clareadas y teñidas mediante una combinación de las técnicas propuestas por Phillips y Hayman (1970). Para estimar el PCM se utilizó la técnica propuesta por Mc.Gonigle et al. (1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la inoculación con HMA, vermicomposta y su interacción, en el crecimiento de plantas de Papaya

Para el tipo de inóculo, no se encontró efecto significativo, sobre las variables de crecimiento a los 90 d después del trasplante (Cuadro 1). En promedio las plantas alcanzaron una altura 12 cm, un área foliar  $47\text{ cm}^2$  y peso seco total de 1.4 g.

A pesar de que no se encontró diferencia en el crecimiento de las plantas entre los inóculos, los mayores valores

en las variables de crecimiento evaluadas se encontraron donde no se inoculó con HMA. Esta falta de respuesta en el crecimiento por efecto de la inoculación, se ha reportado en varios trabajos. Quiñones et al. (2015), encontraron que plantas de papaya inoculadas con diferentes especies de HMA, mostraron un crecimiento similar o menor, en algunas variables que en plantas sin micorrizar. La falta de respuesta en el crecimiento por los HMA, puede deberse a diversos factores entre los cuales uno podría ser la especificidad hongo-planta (Sharda et al., 2010), tiempo de colonización de las plantas (Bitterlich et al., 2018), o la presencia de materia orgánica en el sustrato. Al respecto Quiñones et al. (1998) reportan un incremento en el crecimiento del 1000% en papayas inoculadas con *Glomus* sp. Zac-2 y *Gl. aggregatum* (Schenck & Smith) FS-39, cultivadas en un sustrato enriquecido con humus de pulpa de café. Sin embargo, cuando la fuente de materia orgánica del sustrato fue cachaza de caña, no registró efecto de la micorrización en el crecimiento de las plantas. Los resultados sugieren que la adición de materia orgánica al sustrato, tiene una fuerte influencia en el crecimiento de las plantas independientemente de que se encuentren micorrizadas; ya sea por la mayor disponibilidad de nutrientes que aportan, o en la mejora de las propiedades físicas del sustrato (Vieira-Neto, 1995; Costa & Martin, 2018). A pesar de que no se encontró un aparente beneficio en el crecimiento de las papayas micorrizadas, la asociación simbiótica que se estableció puede resultar benéfica en otros aspectos, tales como mayor velocidad de absorción de nutrientes, mayor resistencia a factores abióticos como sequías (Augé, 2001) y bióticos como el control contra diferentes fitopatógenos (Kapoor, 2008; Al-Askar y Rashad, 2010), que al momento del trasplante de las plantas de vivero a campo pueda resultar en mayor éxito de supervivencia a las nuevas condiciones de crecimiento.

Para el factor dosis de vermicomposta se encontró efecto significativo en todas las variables evaluadas. El mejor crecimiento de las plantas de papaya, fue con 10% de vermicomposta en el sustrato, y disminuyó conforme la proporción de ésta fue menor (Cuadro 1). Para las variables AP, DT y LR, no hubo diferencia significativa entre la proporción de 1 y 10%; sin embargo, para AF, VR y PST si hubo diferencia significativa entre dosis. En las plantas donde no se aplicó vermicomposta se observó en menor crecimiento de las plantas, incluso se presentaron problemas de supervivencia en algunas unidades experimentales (datos no mostrados). Resultados similares por la adición de materia orgánica al sustrato han

**Cuadro 1.** Efecto de los factores evaluados y su interacción, sobre el crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) a 90 días después del trasplante.

| Factor  | Variables de crecimiento |           |           |                 |                 |         |
|---------|--------------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|---------|
|         | AP                       | DT        | LR        | AF              | VR              | PST     |
|         | cm                       | mm        | cm        | cm <sup>2</sup> | cm <sup>3</sup> | g       |
| Sin HMA | 13.2 a                   | 0.68 a    | 14.9 a    | 57.5 a          | 8.7 a           | 1.7 a   |
| RI      | 11.1 a                   | 0.61 a    | 11.5 a    | 56.8 a          | 8.3 a           | 1.2 a   |
| BN      | 12.6 a                   | 0.64 a    | 12.5 a    | 30.4 a          | 4.5 a           | 1.3 a   |
| V (%)   |                          |           |           |                 |                 |         |
| 0       | 7.9 b                    | 37.4 b    | 6.7 b     | 6.3 c           | 0.9 c           | 0.2 c   |
| 1       | 13.3 a                   | 68.5 a    | 13.5 a    | 37.9 b          | 5.5 b           | 1.0 b   |
| 10      | 14.1 a                   | 79.9 a    | 16.6 a    | 92.5 a          | 14.7 a          | 2.8 a   |
| HMA×V   |                          |           |           |                 |                 |         |
| S / HMA |                          |           |           |                 |                 |         |
| 0       | 7.1 d                    | 31.9 e    | 6.3 c     | 6.7 c           | 0.4 b           | 0.1 c   |
| 1       | 13.3 abc                 | 65.4 abcd | 12.2 abc  | 31.8 c          | 5.6 b           | 1.2 abc |
| 10      | 16.1 a                   | 89.7 a    | 19.8 a    | 118.9 a         | 16.0 a          | 2.8 a   |
| RI      |                          |           |           |                 |                 |         |
| 0       | 7.4 d                    | 37.2 de   | 5.3 c     | 3.0 c           | 1.1 b           | 0.2 c   |
| 1       | 14.5 ab                  | 81.0 ab   | 11.62 abc | 44.8 abc        | 6.8 b           | 1.0 abc |
| 10      | 11.4 bcd                 | 68.0 abc  | 17.6 ab   | 109.8 ab        | 16.9 a          | 2.5 ab  |
| BN      |                          |           |           |                 |                 |         |
| 0       | 9.9 cd                   | 43.6 de   | 9.3 abc   | 12.9 c          | 1.3 b           | 0.3 c   |
| 1       | 12.1 abc                 | 59.0 cde  | 13.8 abc  | 39.8 bc         | 4.5 b           | 0.7 c   |
| 10      | 14.5 ab                  | 79.9 ab   | 12.5 abc  | 31.8 c          | 7.9 b           | 2.9 a   |

HMA, Hongo Micorrízico Arbuscular; RI, *Rhizophagus intraradices*; BN, Barranca de las Nueces, V, vermicomposta; AP, altura de planta; DT, diámetro de tallo; LR, longitud de raíz, AF, área foliar; VR, volumen de raíz, PST, peso seco total. Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa (Tukey<0.05).

sido reportados por Quiñones *et al.* (2014). Este menor crecimiento en las plantas pudo ser debido a que fueron establecidas en un medio pobre en nutrientes. Por otro lado, se sabe que, en etapas tempranas de crecimiento, es indispensable que las plantas cuenten con una adecuada disponibilidad de nutrientes en el medio de cultivo para potencializar su desarrollo (Taiz y Zeiger, 2007). Cuando se analizó la interacción del inoculo de HMA y la proporción de vermicomposta aplicada al sustrato, se encontró que, para todas las variables de crecimiento evaluadas, hubo efecto significativo (Cuadro 1). A pesar de haber resultado significativa la interacción entre los factores evaluados,

los datos mostraron un efecto más determinante por la proporción de vermicomposta en el sustrato que de la inoculación con los HMA, ya que para la mayoría de las variables evaluadas en cada uno de los inóculos tienden a incrementar su valor a media que aumentó la proporción de vermicomposta. Sin embargo, se puede observar que los valores de todas las variables evaluadas en plantas de papaya inoculadas con el consorcio BN y sin vermicomposta, resultaron ser en promedio un 40% mayor, respecto a los valores de plantas que crecieron en un sustrato sin vermicomposta y sin HMA. Los mayores valores en las variables de crecimiento se encontraron en las plantas que crecieron en el sus-

trato con la mayor proporción de vermicomposta y sin HMA, aunque no hubo diferencias significativas respecto a las plantas que crecieron en el mismo medio de crecimiento y con inoculación de HMA.

En LR, AF y VR, se encontró un efecto negativo de la inoculación con HMA pues disminuyó su valor con la proporción de 10%, resultando significativa esta disminución en plantas inoculadas con el consorcio BN donde para el AF, la disminución fue de 73% y para VR del 50% respecto a plantas sin micorrización y con la misma proporción de vermicomposta en su medio de crecimiento. En trabajos previos, se han encontrado efectos similares en papaya

cuando se inoculan con HMA y en el medio de crecimiento se adiciona nutrientes ya sea de forma orgánica o química (Quiñones et al., 1998, 2012; 2014; 2015).

Respecto de la interacción de los factores sobre el porcentaje de colonización micorrízica de las plantas de papaya, se encontró que los mayores valores se obtuvieron con el consorcio BN obteniendo en promedio un 87%, el cual resultó ser 60% mayor a lo obtenido en plantas inoculadas con el inóculo RI, quienes solo obtuvieron en promedio 35% de colonización (Figura 1).

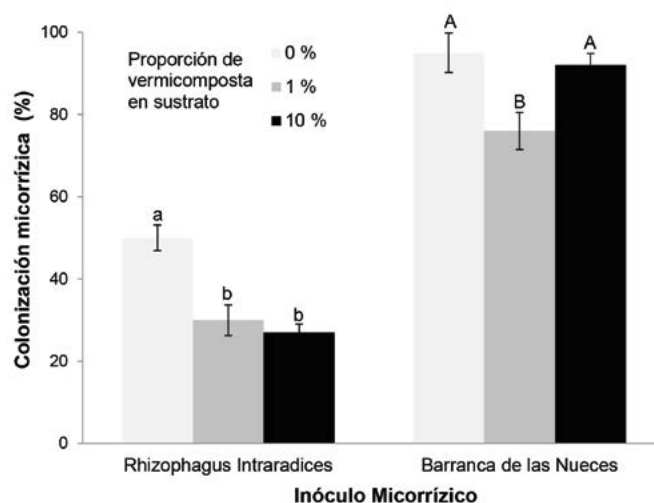
Valores semejantes de colonización se han reportado con este consorcio micorrízico en otros cultivos (Reyes-Tena et al., 2015). Las diferencias encontradas en la colonización pueden deberse a la mayor diversidad de especies presentes en el consorcio, respecto al inóculo monoespecífico (Burleigh et al., 2002). Así mismo, la colonización dependiendo de la proporción de vermicomposta en el sustrato. En el caso de las plantas inoculadas con RI, a medida que se incrementó la proporción de vermicomposta, disminuyó en promedio la colonización micorrízica un 40%, siendo significativa esta disminución. A este respecto se menciona que una alta disponibilidad de nutrientes en el medio de crecimiento condiciona o limita el establecimiento de la simbiosis hongo-raíz (Brechtel, 1989). En cambio, para las plantas inoculadas con BN, la disminución en la colonización sólo se registró en donde la proporción de vermicomposta fue del 1%.

## CONCLUSIONES

El crecimiento de plantas de papaya bajo condiciones de invernadero, es afectado por la micorrización con HMA y la proporción de vermicomposta en el sustrato. Altas concentraciones de vermicomposta incrementan el crecimiento de las plantas, pero éste es modificado por el tipo de HMA inoculado. El mayor porcentaje de colonización y crecimiento de las plantas se logró con el inóculo Barranca de las nueces y la mayor proporción de vermicomposta.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán, bajo el proyecto "Utilización de recursos microbianos para el control biológico de la pudrición del cogollo de agave tequilero en la DOT-Michoacán" (MICH-2010-03-148208) y la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en el programa de investigación 2015. Así mismo, agradecemos a la Bióloga Oneida García Delgado, por su apoyo en la realización de este experimento.



**Figura 1.** Colonización micorrízica de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) a los 90 días después del trasplante. Líneas en barras indican el error estándar. Letras mayúsculas y minúsculas diferentes en barras indican diferencia significativa (Tukey <math><math>P < 0.05</math></math>) por inóculo.

## LITERATURA CITADA

- Al-Askar, A. A., & Rashad, Y.M. (2010). Arbuscular mycorrhizal fungi: a biocontrol agent against common bean *Fusarium* root rot disease. *Plant Pathology Journal* 9: 31-38.
- Augé, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11: 3-42.
- Bitterlich, M., Franken, P., & Graefe, J. (2018). Atmospheric drought and low light impede mycorrhizal effects on leaf photosynthesis—a glasshouse study on tomato under naturally fluctuating environmental conditions. *Mycorrhiza* 29: 13-28. <https://doi.org/10.1007/s00572-018-0872-6>
- Brechtel, A. (1989) Effect of different organic manures on the efficiency of VA mycorrhiza. *Agricultural Ecosystem Environmental* 29: 55-58.
- Burleigh, S.H., Cavagnaro, T. & Jakobsen, I. (2002). Functional diversity of arbuscular mycorrhizas extends to the expression of plant genes involved in P nutrition. *Journal Experimental of Botany* 53: 1593-1601.
- Costa, A.C., & Martins, G.F. (2018). Substrates containing agricultural residues provide better development of papaya seedlings. *Científica*. 46 (3): 299-306. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n3p299-306>
- Kapoor, R. (2008). Induced resistance in mycorrhizal tomato is correlated to concentration of jasmonic acid. *Journal of Biological Science* 8: 49-56.
- López-Moctezuma, H., Ferrera-Cerrato, R., Farias-Larios, J., Aguilar-Espinosa, S., Bello, M.R. & López-Aguirre, J.G. (2005). Arbuscular mycorrhizae, *Bacillus* and substrate enriched with vermicompost on the development of papaya plants. *Terra Latinoamericana* 23: 523-531.
- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L., & Swan, J.A. (1990). A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 115: 495-501.
- Phillips, J.M., & Hayman, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal

- fungi for rapid assessment to infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158-161.
- Quiñones-Aguilar, E.E., Trejo-Aguilar, D., Aguas-Rendón, T., Ferrera-Cerrato, R., & González-Chávez, M.C. (1998). Hongos endomicorrízicos arbusculares y diferentes sustratos en el crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en vivero. pp. 126-140. In: Zulueta, R.R., Escalona, M.A., & Trejo-Aguila, D. (eds.). Avances de la investigación micorrízica en México. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Quiñones-Aguilar, E.E., Hernández-Acosta, E., Rincón-Enríquez, G., & Ferrera-Cerrato, R. (2012). Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization in papaya. Terra Latinoamericana 30: 165-176.
- Quiñones-Aguilar, E.E., López-Pérez, L., Hernández-Acosta, E., Ferrera-Cerrato, R., & Rincón-Enríquez, G. (2014). Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. Interciencia. 39(3): 198-204.
- Quiñones-Aguilar, E.E., Rincón-Enríquez, Gabriel., Hernández-Cuevas, L., & López-Pérez, Luis. (2015). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen concentrations on *Carica papaya* plant growth. International Journal of Agriculture & Biology. 17: 119-126.
- Reyes-Tena, A., López-Pérez, L., Quiñones-Aguilar, E.E., & Rincón-Enríquez, G. (2015). Evaluación de consorcios micorrízicos arbusculares en el crecimiento vegetal de plantas de maíz, chile y frijol. Biológicas 17(2): 35-42.
- Reyes-Tena, A., Quiñones-Aguilar, E.E., Rincón-Enríquez, G., & López-Pérez, L. (2016). Mycorrhizae in *Capsicum annum* L. to promote growth and biosecurity against *Phytophthora capsici* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(4): 857-870.
- Sharda, W.K., Rodrigues, B.F., & Sharma, P.K. (2010). Arbuscular mycorrhizal status and root phosphatase activities in vegetative *Carica papaya* L. varieties. Acta Physiologiae Plantarum 32 (3): 565-574.
- StatGraphics. 2005. StatGraphics Centurion: ver. XV (User Manual). USA: Stat-Point, Inc.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2007). Fisiología vegetal (Vol. 10). Universitat Jaume I.
- Trinidad-Cruz, J.R., Quiñones-Aguilar, E.E., Hernández-Cuevas, L.V., López-Pérez, L., & Rincón-Enríquez, G. (2017). Arbuscular mycorrhizal fungi associated in the rhizosphere of *Agave cupreata* in mezcal regions from Michoacán, Mexico. Scientia Fungorum 45: 13-25.
- Vieira-Neto, V.R.D. (1995). Green manuring of papaya trees. Acta Horticulturae. 370: 117-119.

