

TERRA

Latinoamericana

XXXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

"Suelo sano para la seguridad alimentaria y mejor calidad de vida"

**Conferencias Magistrales, Cursos, Talleres,
Simposia, Difusión, Vinculación**

MEMORIAS



24 al 29

de noviembre, 2013

Lugar:
La Paz, Baja California Sur



iniap



Suplemento Especial No. 1, 2014



Órgano Oficial de Divulgación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo

Octubre • Diciembre de 2013 • Volumen 31 • Número 4 ISSN 04-2012-092017263600-203



XXXVIII Congreso de la SMCS, AC
'Suelo sano para la seguridad alimentaria y mejor calidad de vida'

La Paz, B.C.S, México – 24 al 29 de noviembre de 2013
smcs-congreso2013@cibnor.mx

MEMORIAS EN EXTENSO

Volumen III

DIRECTORIO

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.

Dr. David Espinosa Victoria
Presidente
Dr. Ricardo David Valdez Cepeda
Vicepresidente
Dra. Catarina Loredó Osti
Tesorera
Dra. Mariela Fuentes Ponce
Editora Revista Terra Latinoamericana

COMITÉ ORGANIZADOR

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Dr. Sergio Hernández Vázquez
Director General
Dr. Daniel B. Lluch Cota
Director de Gestión Institucional
Dra. Elisa Serviere Zaragoza
Directora del Programa de Posgrado
Dr. Jaime Holguín Peña
Coordinador del Programa de Agricultura en
Zonas Áridas
Dr. Enrique Troyo Diéguez
Presidente del Comité Local

Universidad Autónoma de Baja California Sur

M.C. Gustavo Rodolfo Cruz Chávez
Rector
Dr. Dante Arturo Salgado González
Secretario Académico
Dra. Alba Eritrea Gámez Vázquez
Directora de Investigación y Posgrado
Dr. Sergio Zamora Salgado
Jefe del Departamento Académico de
Agronomía
Dr. José G. Loya Ramírez
Vicepresidente del Comité Local



'Suelo sano para la seguridad alimentaria y mejor calidad de vida'

La Paz, B.C.S, México – 24 al 29 de noviembre de 2013
smcs-congreso2013@cibnor.mx

Volumen III

Symposium Bioquímica de Suelos

Symposium Manejo y Producción Orgánica

Symposium Ciclo del Carbono

Symposium Microbiología y Biotecnología de Suelos

DETERMINACION DEL TIEMPO DE MICORRIZACION EN PLANTULAS DE PAPAYA EN VIVERO

Beltrán Castañeda, L.Y.; Quiñones Aguilar, E.E.; Rincón Enríquez, G.*

Unidad de Biotecnología Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco México.

*Correspondencia: grincone@gmail.com; Normalistas No. 800, Colonia Colinas de la Normal. Guadalajara, Jalisco México. CP 44270. Tel. +52 (33) 33455200 Ext. 1730.

Resumen

Durante el proceso de producción del cultivo de papaya, las plantas de esta especie frutícola permanecen durante su primera etapa de crecimiento bajo condiciones de vivero. Durante esta etapa las plantas pueden recibir inoculaciones de organismos benéficos como lo son los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) con el fin de conferirles importantes beneficios biológicos que pueden verse reflejados en el acceso de los frutos de papaya a mercados con exigencias de producción sustentable y sostenible. Sin embargo existe poca información donde se aborde la pregunta acerca de cuánto tiempo requieren las plantas en general y papaya en particular para que sean colonizadas por los HMA, por lo cual el objetivo de este trabajo fue determinar el tiempo de micorrización en plantas de papaya y relacionar esta colonización con su efecto a nivel del crecimiento vegetal. Para lograr este objetivo se realizó un experimento completamente la azar bajo condiciones de invernadero con doce tratamientos y tres repeticiones; cada tratamiento (T) consistió en la inoculación de plántulas de papaya durante el trasplante con un consorcio de HMA denominado Cerro del Metate y posteriormente realizar muestreos destructivos a los días 5 (T1), 10 (T2), 15 (T3), 20 (T4), 25 (T5), 30 (T6), 45 (T7), 60 (T8), 75 (T9), 90 (T10) y 105 (T11) días después del trasplante (DDT), el T12 fueron plantas sin inoculación con HMA. En cada muestreo destructivo se evaluó la colonización micorrízica y las variables de crecimiento altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y número de hojas (NH). Hasta los 45 días después del trasplante (DDT) se encontró que la colonización se realizó a partir del día cinco y que los tratamientos con HMA tuvieron efecto positivo sobre el crecimiento de las plantas.

Palabras clave: Micorriza; biofertilizante; tiempo de colonización micorrízica

Introducción

En la última década, México ha sido uno de los principales productores de papaya (*Carica papaya* L.) en el mundo junto con Indonesia, India y Brasil, conservando el primer lugar como exportador por más de 10 años (FAO, 2011). El cultivo de papaya requiere altas cantidades de fertilizantes y agua para el crecimiento y producción estable (Nakasone y Paull, 1998), lo cual ha promovido la búsqueda de alternativas para disminuir costos. Sin embargo, el incremento en el precio de los fertilizantes importados se ve reflejado en los altos costos de producción del cultivo. Además, es necesario un sistema de producción con menor impacto ambiental, ya que el uso excesivo de fertilizantes minerales en la producción intensiva, como es el caso del cultivo de papaya, podría dar lugar a un desequilibrio de nutrientes y acidificación del suelo con un escaso rendimiento (Isola, 1998).

Con base en lo anterior, es necesario realizar cambios en los sistemas de producción, reemplazando los fertilizantes minerales con otras fuentes de fertilización, como son las micorrizas y fertilizantes orgánicos. El uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) como biofertilizantes ha incrementado el rendimiento en granada (*Punica granatum* L.) (Aseri *et al.*, 2008), jitomate

(*Lycopersicon esculentum* Mill) (Makus, 2004), sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) (Kaya *et al.*, 2003) y fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) (Jaen *et al.*, 1997). Además de los grandes beneficios que aportan al cultivo (mayor crecimiento y desarrollo de la planta) (Vázquez-Hernández *et al.*, 2011), favorecen la diversidad de microorganismos del suelo (Téliz y Mora, 2007) y mejoran la calidad del suelo (Azcón-Aguilar y Berea, 1997). La diversidad de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en México, ha sido poco estudiada, es probable que esta diversidad sea una de las más grandes del mundo, principalmente por la gran variedad de biomasa que se presenta en el territorio nacional de México (Varela y Trejo, 2001).

En la actualidad, el uso de químicos en la agricultura se ha vuelto un tema demasiado controversial, debido a que éstos suponen un riesgo potencial, no solo por el hecho de que son agentes que alteran la naturaleza de las plantas modificando sus procesos biológicos, sino porque su uso trae consecuencias graves, tanto para los ecosistemas como para las mismas plantas, y por ende, para aquellos que las consumen. Dentro de las alternativas naturales utilizadas para disminuir el uso de químicos en las prácticas agrícolas, existe el empleo de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), que son organismos del suelo que viven simbióticamente con la mayoría de plantas, les aportan beneficios, dándoles ventajas con respecto a las plantas no micorrizadas, como por ejemplo facilitándole a la planta la toma de nutrientes de baja disponibilidad o de poca movilidad en el suelo (como el fósforo), evitando la acción de microorganismo patógenos en la raíz, aumentando la tolerancia de la planta a condiciones de stress abiótico en el suelo, entre otros beneficios (Barrera, 2009).

El objetivo de este estudio fue determinar el tiempo del inicio de la colonización micorrízica en papaya y su relación con el efecto en el crecimiento de las plantas durante su etapa de invernadero.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el invernadero del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Los materiales biológicos utilizados fueron plantas de papaya (*Carica papaya* L.) e inóculo Cerro del Metate, aislado de muestras de suelo del Cerro del Metate, municipio de Tzitzio, Michoacán.

Trasplante e inoculación

Se tomaron plantas de papaya con cuatro hojas verdaderas, lo cual se logró, aproximadamente, a los 40 días después de la siembra de la semilla, estas fueron trasplantadas cada una a su respectiva maceta, la cual contenía una mezcla constituida por suelo, arena y materia orgánica en una proporción de 50:48:2, respectivamente. Al momento del trasplante, a cada planta se le agregaron, en el área de la raíz, 6 g de inóculo Cerro del Metate, los cuales contenían aproximadamente 80 esporas de HMA. Al inicio del experimento, las plantas se regaron dos veces por semana para mantenerlas húmedas. Posteriormente, los riegos pasaron a ser una vez cada semana, dependiendo de las necesidades hídricas de las plantas.

Diseño de tratamientos y experimental

Se estableció un experimento de 12 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, los cuales fueron dispuestos aleatoriamente. Los tratamientos y consistieron en realizar un muestreo destructivo cada 5 días a partir del quinto día después del trasplante (DDT) de las plantas de papaya y hasta el día 105, el tratamiento 12 fue sin micorrizar. Cada maceta con una planta representó una unidad experimental (UE), por lo que se obtuvieron 36 UE. Se realizaron muestreos de lo 5 a los 45 DDT.

Variables de respuesta y análisis estadísticos

Se evaluaron cada 5 días después del trasplante las variables siguientes: altura de la planta (AP) se cuantificó en mm, se midió con un vernier digital, partiendo de la base del tallo hasta el ápice de la última hoja; diámetro del tallo (DT) expresado en mm, se midió con vernier digital, tomado de la base del tallo; número de hojas considerando solo las hojas formadas; la colonización se midió en las raíces de las plantas de los tratamientos muestreados (cada 5 DDT); finalmente se evaluó la densidad de esporas en 100 g de suelo seco en los días 15 y 30 DDT mediante la técnica de tamizado húmedo y decantación propuesta por Gendermann y Nicolson (1963) y conteo directo bajo

microscopio estereoscópico. Las variables AP, DT y NH se analizaron mediante un análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de media Tukey a un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Efecto de los HMA en el crecimiento de las plantas de papaya

Después del último muestreo, a los 45 días después del trasplante, se observó que para las variables de altura de planta y diámetro del tallo todos los tratamientos presentaron, en su mayoría, un incremento gradual. En estudios realizados anteriormente se demuestra que plantas inoculadas con HMA presentan un crecimiento mayor a aquellas que no reciben ningún tratamiento, por ejemplo Quiñones-Aguilar *et al.* (2012) reportaron que plantas de papaya inoculadas con HMA presentan un mayor crecimiento que plantas sin inocular por arriba del 400% en AP y DT. Pereira *et al.* (2001) demostraron que la micorrización de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis* con micorrizas vesículo arbusculares tiene efectos positivos en el crecimiento en altura de plántulas. Melchor-Marroquín (2012) trabajó el efecto de endomicorrizas para la aceleración del desarrollo de cítricos y reportó que los HMA producen cambios a nivel fisiológico, como mayor área foliar, tasa de crecimiento y producción de biomasa. La evolución de AP se muestra en la Figura 1 para todos los tratamientos; dicha variable se mantuvo en aumento y mostró diferencias estadísticamente significativas a los 10, 15, 20 y 25 DDT según el ANVA y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) que mostró que el tratamiento cinco fue distinto con respecto a los demás tratamientos (Cuadro 1). Estos resultados sugieren por lo tanto dos aspectos importantes: la inoculación con CM promueve efectos positivos sobre el crecimiento y en segundo lugar que la respuesta de papaya a la inoculación con HMA muestra una amplia variación.

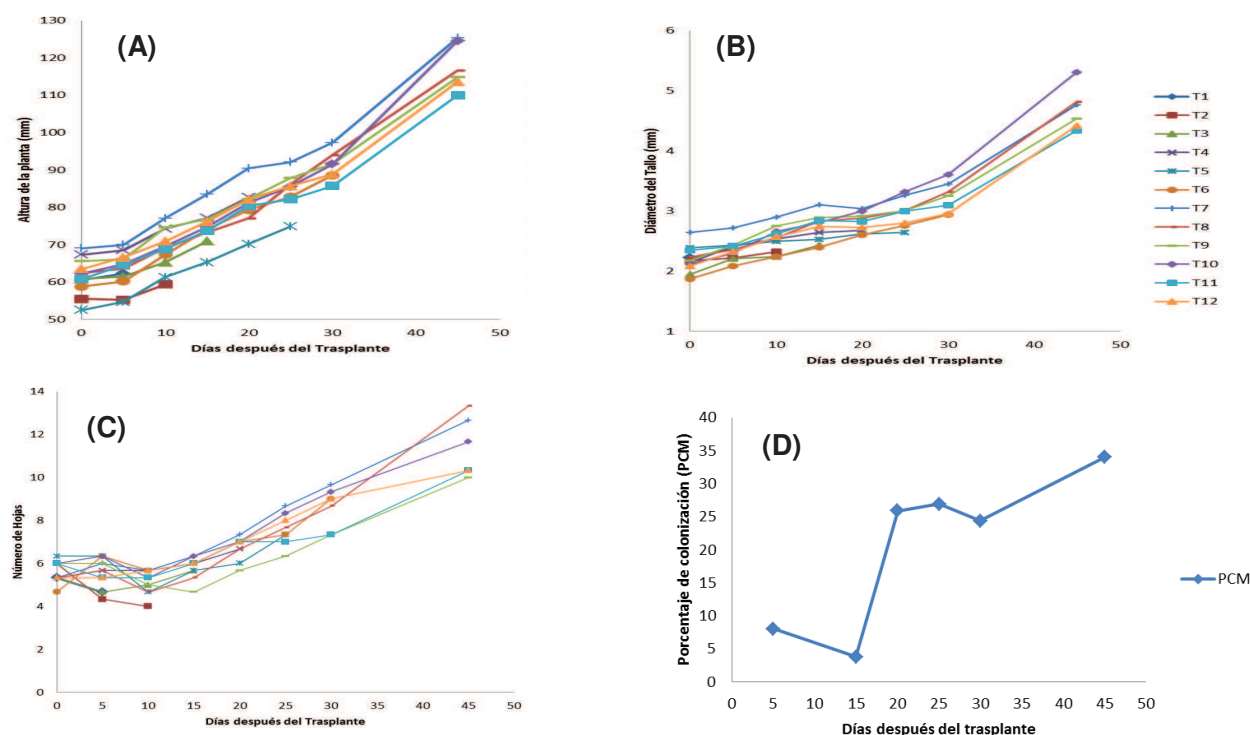


Figura 1. Comportamiento del crecimiento de plantas de papaya por efecto del consorcio de hongos micorrízicos arbusculares Cerro del Metate (CM). (A) Altura de planta, (B) Diámetro del tallo, (C) número de hojas y (D) porcentaje de colonización. T1 a T11 fueron inoculados con CM y el T12 sin HMA, se presenta la dinámica general hasta los 45 días después del trasplante.

El aspecto de la variación de la respuesta de la papaya se manifiesta fácilmente en la Figura 1 al comparar los tratamientos con y sin (T12) HMA para las tres variables de respuesta en crecimiento (AP, DT y NH), de igual manera en los cuadros 1 y 2 se aprecia que existe diferencias entre tratamientos inoculados con el HMA CM en la variable de crecimiento AP y NH, sin embargo para otras variables como DT o AP a los 45 DDT no hay diferencias estadísticas entre tratamientos con y sin HMA. Esta variación puede ser debida a distintos factores edáficos o del HMA para establecerse de satisfactoriamente en las raíces de las plantas de papaya o al haber algún factor edafológico que este inhibiendo la apropiada colonización del HMA, lo cual coincide con lo reportado y discutido por Alarcón *et al.* (2002).

Tiempo de colonización de los HMA en plantas de papaya

A medida que se fueron realizando los muestreos se observó un incremento en el PCM, lo cual indica que las raíces de papaya son capaces de asociarse y establecer simbiosis con los HMA, lo que favorece su desarrollo y crecimiento (Figura 1 D). Además, esto supone que a medida que aumenta el grado de colonización, se va favoreciendo el crecimiento de las plantas de papaya (Cuadro 1). En este mismo sentido en la Figura 1 (D) se observa que al tiempo 5 DDT se tiene presencia de hifas en las raíces de las plantas por lo cual podría hipotetizarse que la colonización puede estar dando antes de los cinco DDT (T1) por lo cual sería conveniente implementar un estudio más detallado para determinar con precisión cuanto tiempo es requerido para el inicio de la colonización en raíces de papaya.

Cuadro 1. Comportamiento del crecimiento de plantas de papaya en la altura de planta por efecto de la inoculación de HMA a través del tiempo.

Tratamiento	Inoculo HMA	Altura de planta (mm) en diferentes DDT			
		10	15	20	25
1	CM	ND	ND	ND	ND
2	CM	59.40 b	ND	ND	ND
3	CM	65.25 ab	70.86 ab	ND	ND
4	CM	74.24 ab	77.09 ab	82.64 ab	ND
5	CM	61.27 ab	65.29 b	70.18 b	74.86 b
6	CM	67.34 ab	73.98 ab	79.27 ab	82.80 ab
7	CM	77.05 a	83.46 a	90.38 a	92.08 a
8	CM	69.16 ab	73.29 ab	77.01 ab	86.10 ab
9	CM	74.61 ab	76.77 ab	82.20 ab	85.48 ab
10	CM	69.49 ab	74.72 ab	81.16 ab	87.81 ab
11	CM	68.85 ab	73.68 ab	80.38 ab	82.12 ab
12	Sin HMA	70.89 ab	76.13 ab	82.09 ab	85.63 ab

CM = consorcio de HMA. HMA = Hongo micorrízico arbuscular, ND = No determinado. DDT = Días después del trasplante. ND = No determinado. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Comportamiento del crecimiento de plantas de papaya por efecto de la inoculación de HMA a través del tiempo en plantas de papaya a los 45 DDT.

Tratamiento	Inoculo HMA	AP	DT	NH	PCM
		(mm)			
7	CM	125.36 a	4.77 a	ab	34.02
8	CM	116.63 a	4.81 a	a	ND
9	CM	114.86 a	4.54 a	c	ND
10	CM	124.56 a	5.31 a	abc	ND
11	CM	110.00 a	4.34 a	bc	ND
12	Sin HMA	113.59 a	4.42 a	bc	ND

Altura de la planta (AP), Diámetro del tallo (DT), Número de hojas (NH), Porcentaje de colonización micorrízica (PCM), CM = consorcio de HMA. HMA = Hongo micorrízico arbuscular, ND = No determinado. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

Se presentó colonización desde el primer muestreo, el cual se realizó a los 5 DDT, lo que indica que una vez inoculada la planta, el HMA se asocia a las raíces, colonizándolas rápidamente. Debido a la tendencia que siguieron las variables de respuesta, se determina que existe relación entre el grado de colonización y la evolución en el crecimiento de las plantas, ya que a partir de que se observaron las primeras estructuras de los HMA, se presentó un incremento mayor en casi todos los tratamientos. Como recomendación, se podrían realizar muestreos desde el primer día después del trasplante, esto para determinar con mayor precisión el tiempo que tardan los HMA en colonizar.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó bajo el apoyo del proyecto MICH-2010-03-148208 del FOMIX-Gobierno del estado de Michoacán-CONACYT.

Bibliografía

- Alarcón A., Davies F.T.J., Egilla J.N., Fox T.C., Estrada-Luna A.A. and Ferrera-Cerrato, R. 2002. Short term effects of *Glomus claroideum* and *Azospirillum brasilense* on growth and root acid phosphatase activity of *Carica papaya* L. under phosphorus stress. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 44: 31-37.
- Aseri G.K., Jain N., Panwar J., Rao A.V. and Meghwal P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. *Sci. Hortic.* 117: 130-135.
- Azcón-Aguilar C. and Barea J.M. 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68: 1-24.
- Barrera B.S.E. 2009. El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Rev. Bio. Agro.* 7: 123-132.
- FAO (Food and Agriculture Organization) 2011. Statistical Database Internet. <http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>. Fecha de consulta: 14/08/13.
- Gerdemann J.W. and Nicolson T.H. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Isola O.T. 1998. Effect of cassava planting pattern, pruning regimes and fertilizer on growth and yield of cassava, maize melon and cowpea. Ph.D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria.
- Jaén C., D., A. E. Becerril R., Ma. T. Colinas L., y J. A. Santizo R. 1997. Crecimiento y producción de fresa inoculada con *Glomus mosseae*, asperjada con AG3 y fertilizada con NPK. *Agrociencia*. 31: 165-169.
- Kaya C., D. Higgs, H. Kirnak and I. Tas. 2003. Mycorrhizal colonisation improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions. *Plant and Soil* 253: 287-292.
- Makus D.J. 2004. Mycorrhizal inoculation of tomato and onion transplants improves earliness. *Acta Horticulturae* 631: 275-281.
- Melchor-Marroquín J.I. 2012. Uso de endomicorizas para acelerar el desarrollo de plantas de cítricos en vivero.
- Nakasone H.Y. and Paull R.E. 1998. Tropical Fruits. First ed. CAB International, Wallingford. U.K.
- Phillips J.M. and Hayman D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment to infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Pereira G., Sánchez M., Ríos D. y Herrera M.A. 2001. Micorizas vesículo arbusculares y su incidencia en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Bosque* 22: 39-44.
- Quiñones-Aguilar E.E., Hernández-Acosta E., Rincón-Enríquez G. y Ferrera-Cerrato R. 2012. Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada en papaya. *Terra Latinoamericana* 30: 165-176.
- Téliz O.D. y Mora A.A. 2007. El manejo integrado del aguacate. *En: Téliz O.D. y Mora A.A. (eds.). El Aguacate y su Manejo Integrado. Segunda Edición, Ediciones Mundi-prensa, México.* pp 287-306.
- Varela L. y D. Trejo 2001. Los Hongos micorrízicos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. *Acta Zoológica Mexicana* 1: 39-51.