

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



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 Loredo 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

Simposium Bioquímica de Suelos

Simposium Manejo y Producción Orgánica

Simposium Ciclo del Carbono

Simposium Microbiología y Biotecnología de Suelos

SELECCIÓN DE PROPÁGULOS DE HONGOS MICORRIZICOS NATIVOS PARA LA ELABORACION DE BIOFERTILIZANTES PARA PAPAYA

Quiñones Aguilar, E.E.¹; Trinidad Cruz, J. R.¹, Montoya Martínez, A.C.^{1,2}; López Pérez, L.²; Rincón Enríquez, G.^{1*}

¹Unidad de Biotecnología Vegetal, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Guadalajara, Jalisco México.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tarimbaro, Michoacán, México.

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

Resumen

La elaboración de biofertilizantes a base de microorganismos rizosféricos, como bacterias promotoras de crecimiento vegetal o de hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) nativos de cultivos agrícolas necesita del aislamiento de cepas fijadoras de nitrógeno (N), solubilizadoras de fósforo (P), promotoras del crecimiento vegetal, así como la capacidad de captar y transportar P y otros nutrimentos del suelo a la planta. En este sentido los HMA se consideran un sobresaliente insumo microbiológico que aporta beneficios a las plantas mejorando su nutrición y protegiéndolas contra diversos factores adversos, destacándose por su capacidad como agentes de bioprotección contra enfermedades causadas por fitopatógenos. Así la búsqueda de propágulos susceptibles para la elaboración de fertilizantes es necesaria bajo experimentación con el fin de realizar la selección mas conveniente para la elaboración de fertilizantes. La papaya es una especie vegetal que responde de manera rápida a la micorrización, por medio de la colonización de raíces y su respuesta en crecimiento vegetal, características que la colocan como una especie vegetal candidata para la selección de propágulos nativos provenientes de suelos agrícolas. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar tres consorcios de HMA sobre el crecimiento de papaya. Para lo cual se realizó un experimento factorial 4x4 en un diseño experimental completamente al azar, donde el factor 1 fueron los HMA: sin HMA, tres inóculos provenientes de la DOT-Michoacán (LNP-MVC, LPE-MVM y CE8-MJ) y el factor 2 fue el tipo de sustrato con cuatro niveles: arena, arena:agrolita (80:20); arena:materia orgánica -MO- (80:20) y arena:agrolita:MO (60:20:20). Se evaluaron 16 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Se analizaron las variables peso fresco del follaje (PFF), raíz (PFR) y total (BT). Los resultados indican que los tratamientos que contuvieron el inóculo CE8-MJ y LPE-MVM en cualquier de los cuatro sustratos mostraron valores significativamente (Tukey $P \leq 0.05$) mas altos que los otros tratamientos. Estos resultados indican que el empleo de loa HMA CE8-MJ o LPE-MVM podría ser empleado para promover el crecimiento de papaya.

Palabras clave: Bioinoculantes; *Carica papaya*; *Agave tequilana*

Introducción

El establecimiento de los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) en las raíces de las plantase es conocido como micorriza. La micorrización de plántulas de papaya durante su crecimiento en vivero marca parte del potencial productivo futuro y por ende es importante desde el punto de vista económico, ya que esta labor agronómica podría disminuir tanto la estancia de las plantas en vivero al incrementar su crecimiento en menor tiempo, así como también la dependencia de la aplicación de fertilizantes químicos (Quiñones-Aguilar *et al.*, 2012). Otras ventajas que esta practica agronómica puede proporcionar es la protección contra algunas enfermedades que se transmiten al momento del

trasplante en campo, al mantener activo el sistema de defensa vegetal (Jung *et al.*, 2012). Sin embargo, uno de los beneficios con un gran impacto que la simbiosis micorrízica puede aportar si las plantas se inoculan en etapa de vivero, es el aumento en su rendimiento en campo, por ejemplo Vázquez-Hernández *et al.* (2011) reportaron que la inoculación de papaya en etapa de vivero con *Glomus mosseae* incrementó en campo el rendimiento de fruto en 105.2% con respecto a plantas sin inoculación, obteniéndose una producción de 144 ton ha⁻¹ en plantas previamente inoculadas contra 70.6 ton ha⁻¹ en plantas sin inocular. A pesar de la gran cantidad de trabajos sobre la interacción papaya-HMA, se tienen pocos estudios donde se explore la evaluación y selección de consorcios de HMA nativos en el cultivo de papaya, dado que a pesar que es conocida la alta dependencia Micorrizica de la papaya a los HMA (Quiñones-Aguilar *et al.*, 2012), cepas o consorcios nativos podrían aun incrementar mas la productividad del cultivo o disminuir la incidencia de enfermedades, por lo cual resulta importante emprender acciones encaminadas a la evaluación de HMA nativos en cultivos de importancia agrícola. Por lo cual el objetivo de este trabajo fue evaluar tres consorcios nativos de HMA bajo diferentes sustratos sobre el crecimiento de papaya.

Materiales y Métodos

El experimento se estableció en el invernadero del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), ubicado en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Los materiales biológicos utilizados fueron plantas de papaya variedad Maradol. Los inóculos de HMA se obtuvieron a partir de la zona de Denominación de Origen del Tequila (DOT) del estado de Michoacán (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sitio de proveniencia de los inóculos de hongos micorrizicos arbusculares provenientes de la Denominación de Origen del Tequila (DOT) del estado de Michoacán.

Municipio	Localidad	Sitio de muestreo	Tipo de plantación/ edad plantación	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)	Clave consorcio HMA
Jiquilpan de Juárez	Totalán	Cebadas 8	<i>A. tequilana</i> cultivado/ 5 años	N 19°58'45.01" O 102°39'30.76"	1628	CE8-MJ
Villamar	San Antonio Guaracha	La Presa "parcela escolar"	<i>A. tequilana</i> cultivado/ 3 meses	N 19°58'24.39" O 102°33'59.32"	1602	LPE-MVM
Venustiano Carranza	La Palma	La Nueva Palma	<i>A. tequilana</i> cultivado/ 2 años	N 20° 8'14.09" O 102°46'5.93"	1555	LNP-MVC

Trasplante e inoculación

Se tomaron plantas de papaya de una edad de 25 días después de emergidas con 3 hojas verdaderas para trasplantarse en maceta con una mezcla de arena, agrolita y materia orgánica estériles (120°C durante 8 horas). Al momento del trasplante, a cada papaya se le agregaron en el zona radicular de la planta, 100 g de inóculo de HMA nativos provenientes directamente de campo de zonas con plantaciones de agave (Cuadro 1). Al inicio del experimento, las plantas se regaron dos veces por semana y posteriormente una para mantenerlas húmedas.

Diseño de tratamientos y experimental

Se realizó un diseño factorial 4x4, al factor uno fueron los HMA, con cuatro niveles: 1) sin HMA (sinM), CE8-MJ (CE), LPE-MVM (LE), LPN-MVC (LP). El factor dos fue tipo de sustrato con cuatro niveles: 1) arena, 2) arena:agrolita en proporción 80:20, 3) arena:materia orgánica en proporción 80:20, 4) arena:agrolita:materia orgánica en proporción 60:20:20. La combinación de los niveles de HMA y sustrato constituyeron los 16 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, los cuales fueron dispuestos aleatoriamente. Cada maceta con una planta de papaya representó una unidad experimental (UE), por lo que se obtuvieron 64 UE. Se realizó el muestreo final a los 3 meses después de establecido el experimento (90 días después del trasplante).

VARIABLES DE RESPUESTA Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Después de tres meses del trasplante se evaluaron las variables peso fresco de follaje (PFF), raíz (PFR) y total (PFT). Con los datos de PFF y PFR se calculó el índice de crecimiento en peso fresco del follaje en relación con la raíz (ICPFF/R). Los pesos frescos se obtuvieron a partir de una balanza granataria electrónica. Las variables PFF, PFR, PFT e ICPFF/R se analizaron mediante un ANVA y pruebas de comparación múltiple de media Tukey a un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los resultados de los análisis estadísticos por tratamiento y por factores. En el análisis por tratamientos para las cuatro variables de respuesta (PFF, PFR, PFT e ICPFF/R) se puede observar los consorcios nativos de HMA CE8-MJ (CE) y LPN-MVC (LP) en particular en combinación con materia orgánica (MO) producen efectos en el crecimiento de la planta significativamente (Tukey, $P \leq 0.05$) superiores al resto de los tratamientos (Cuadro 2). Al observar el análisis factorial, igualmente para las cuatro variables evaluadas, se observa que los consorcios nativos de HMA CE y LP son los que presentan efectos significativamente (Tukey, $P \leq 0.05$) mayor al otro consorcio de HMA o al testigo sin HMA; de igual manera se observa que el sustrato arena con MO mostró significativamente (Tukey, $P \leq 0.05$) los mayores efectos sobre el crecimiento de las plantas de papaya (Cuadro 3). El efecto de inoculos con HMA en papaya ha sido reportado como positivos y significativamente superiores en plantas de papaya sin inoculación (Khade y Rodrigues, 2009; Quiñones-Aguilar *et al.*, 2012), por ejemplo Vázquez-Hernández *et al.* (2011) reportan el doble de rendimiento de fruto en campo en plantas con HMA en comparación con las que no las tuvieron, sin embargo la respuesta a los HMA en papaya ha sido diversa dependiendo de factores como el tipo de HMA empleado en la micorrización (Khade y Rodrigues, 2009) y del estado nutrimental del suelo o sustrato donde sea colocada las plantas de papaya y de las variedades de la especie evaluada, por ejemplo Trinidad *et al.* (2001) indican que distintas variedades inoculadas con los mismos HMA y dosis de P responden diferencialmente a la micorrización.

Armenta *et al.* (2010) indican que en México el uso de cepas nativas de microorganismos tiene mayores ventajas en los potenciales biofertilizantes elaborados a partir de dichas cepas, dado que en campo tendrían la posibilidad de tener mayor efectividad porque su habilidad de adaptación a las condiciones del suelo de donde provienen. De esta manera los consorcios nativos de HMA CE8-MJ (CE) y LPN-MVC (LP) provenientes de la DOT-Michoacán podrían tener un potencial mercado en el cultivo de papaya de la región occidente de México.

Conclusiones

Los consorcios nativos de HMA de la DOT Michoacán CE8-MJ y LNP-MVC promovieron el crecimiento de plantas de papaya en comparación con el otro consorcio. El análisis estadístico no mostró interacción en el factor consorcios HMA y el factor sustrato. La materia orgánica tuvo un efecto significativamente distinto en los sustratos que lo contuvieron a diferencia de los que no tuvieron.

Agradecimientos

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

Cuadro 2. Respuesta de papaya al tratamiento de la combinación hongos micorrizicos arbusculares (HMA) y de sustratos bajo condiciones de invernadero después de 90 días después del trasplante.

Tratamiento	Peso Fresco (g)			ICPFF/R
	Follaje	Raíz	Total	
sinM. Ar	0.41 c	0.38 e	0.79 d	1.15 a
sinM.Ar.Agr	0.52 c	0.40 e	0.92 d	1.66 a
sinM.Ar.MO	8.60 ab	6.16 a	14.75 ab	1.40 a
sinM.Ar.MO.Agr	6.43 b	6.52 a	12.95 ab	1.12 a
CE.Ar	0.82 c	0.75 cde	1.58 d	1.68 a
CE.Ar.Agr	0.89 c	1.00 cde	1.89 d	0.99 a
CE.Ar.MO	7.01 b	6.04 a	13.04 ab	1.19 a
CE.Ar.MO.Agr	7.71 ab	5.28 ab	12.98 ab	1.49 a
LE.Ar	0.76 c	0.70 de	1.46 d	1.32 a
LE.Ar.Agr	1.04 c	1.16 cde	2.20 d	1.21 a
LE.Ar.MO	8.77 ab	6.93 a	15.99 ab	1.22 a
LE.Ar.MO.Agr	6.05 b	4.47 abc	10.51 bc	1.45 a
LP. Ar	1.42 c	1.72 bcde	3.13 d	0.89 a
LP.Ar.Agr	2.13 c	1.77 bcde	3.91 cd	1.34 a
LP.Ar.MO	10.21 a	7.21 a	17.15 a	1.52 a
LP.Ar.MO.Agr	6.75 b	4.22 abcd	10.97 ab	1.86 a

Ar: Arena; Agr: Agrolita; MO: Materia orgánica; Inóculos micorrizicos provenientes de la DOT Michoacán: CE = CE8-MJ; LE = LPE-MVM; LP = LNP-MVC; SinM = Sin hongos micorrizicos arbusculares. Letras distintas para cada variable de respuesta indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Efecto del tipo de sustrato y de hongos micorrizico arbuscular (HMA) en la acumulación de materia fresca de plantas de papaya bajo condiciones de invernadero durante 90 días después del trasplante.

Factor	Peso Fresco (g)			ICPFF/R
	Follaje	Raíz	Total	
SUSTRATO				
Arena	0.85 c	0.89 c	1.74 c	1.26 a
Arena.Agr	1.15 c	1.08 c	2.23 c	1.30 a
Arena.MO	<u>8.65 a</u>	<u>6.58 a</u>	<u>15.23 a</u>	<u>1.33 a</u>
Ar.MO.Agr	6.73 b	5.12 b	11.85 b	1.48 a
HMA				
S.HMA	3.99 b	3.36 a	7.35 a	1.33 a
CE8.MJ	4.11 ab	3.27 a	7.37 a	1.34 a
LPE.MVM	4.16 ab	3.38 a	7.54 a	1.30 a
LNP.MVC	5.13 a	3.66 a	8.79 a	1.40 a
INTERACCION				
F calculado	1.57	1.19	1.21	1.36
P observado	0.1540 ^{NS}	0.3271 ^{NS}	0.3105 ^{NS}	0.2345 ^{NS}

Ar: Arena; Agr: Agrolita; MO: Materia orgánica; Inóculos micorrizicos provenientes de la DOT Michoacán: CE8-MJ, LPE-MVM, LNP-MVC y SinM = Sin hongos micorrizicos arbusculares. Letras distintas para cada variable de respuesta en cada factor de estudio indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Bibliografía

- Armenta, B., A. D., C. García, J. R. Camacho, M. A. Apodaca, L. G. Montoya, y E. Nava. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai Revista de Sociedad Cultura y Desarrollo Sustentable 6: 51-56.
- Jung, S. C., Martínez-Medina A. and Lopez-Raez J. A., Pozo M. J. 2012. Mycorrhiza induced resistance and priming of plant defenses. J. Chem. Ecol. 38: 61-664.
- Khade, S. W., and B. W. Rodrigues. 2009. Studies on arbuscular mycorrhization of papaya. African Crop Sci 17: 155-165.
- Quiñones-Aguilar, E. E., Hernández-Acosta E., Rincón-Enríquez G. y Ferrera-Cerrato R. 2012. Interacción de hongos micorrizicos arbusculares y fertilización fosfatada en papaya. Terra Latinoamericana 30: 165-176.
- Vázquez-Hernández, M. V., Arévalo-Galarza L, Jaen-Contreras D., Escamilla-García J. L., Mora-Aguilera A., Hernández-Castro E., Cibrián-Tovar J. and Téliz-Ortiz D. 2011. Effect of *Glomus mosseae* and *Entrophosporacolombiana* on plant growth, production, and fruit quality of 'Maradol' papaya (*Carica papaya* L). Sc. Hortic. 128: 255-260.
- Trindade, A. V., J. O. Siqueira, e F. Pinto de Almeida. 2001. Dependência micorrizica de variedades comerciais de mamoeiro. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 36: 1485-1494.