

INOCULACIÓN EN DURAZNERO CON PRODUCTOS MICORRÍZICOS COMERCIALES

Inoculation of Peach with Commercial Mycorrhizal Products

Ana Ma. Castillo-González^{1†}, Edilberto Avitia-García¹ y Tarsicio Corona-Torres²

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la respuesta de plántulas de duraznero criollo (*Prunus persica* (L.) Batsch) de Zacatecas a la micorrización y determinar la eficacia de productos comerciales endomicorrízicos, se evaluaron crecimiento, peso seco de hoja, tallo y raíz, volumen radical, área foliar, peso específico de hojas, concentración de clorofilas a, b y total en hoja, porcentaje de micorrización y concentración nutrimental en plántulas de tres meses de edad obtenidas a partir de semilla, inoculadas con productos comerciales endomicorrízicos (composta inoculada Nocon, PHC Hortic Plus y micorriza líquida Nocon), o fertilizadas con un producto comercial (Abonare crecimiento). El producto que más favoreció el crecimiento vegetativo fue el PHC Hortic Plus con longitud de planta de 96 cm. No se observaron diferencias entre tratamientos para diámetro del tallo, número de ramas, área foliar, peso específico de hoja, peso seco de hoja, tallo y volumen radical. El mayor peso seco de raíz (12.1 g) se presentó con la micorriza líquida. Ninguno de los productos utilizados tuvo efecto en la concentración de clorofila de las hojas. El porcentaje de micorrización fue bajo (composta inoculada 14%, PHC Hortic Plus 1% y micorriza líquida 9%). La concentración de P no varió significativamente entre los tratamientos (0.19 a 0.23%); la concentración de los demás elementos (N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B) no mostró efecto de la micorrización, sino más bien del contenido nutrimental del producto.

Palabras clave: *Prunus persica* (L.) Batsch), crecimiento vegetativo, concentración de clorofila, volumen radical, concentración nutrimental.

¹ Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, estado de México.

[†] Autor responsable (anasofiacasg@hotmail.com)

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, estado de México.

Recibido: agosto de 2003. Aceptado: diciembre de 2005.
Publicado como nota de investigación en
Terra Latinoamericana 24: 293-297.

SUMMARY

With the objective to determine the response of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) seedlings from Zacatecas to colonization and to know the efficacy of commercial mycorrhizal products, vegetative growth, leaf, stem, and root dry weight, root volume, foliar area, leaf specific weight, a, b and total chlorophyll concentration in leaves, colonization percentage, and nutrient concentration in three months old peach seedlings inoculated with commercial endomycorrhizal products (composta inoculada Nocon, PHC Hortic Plus, and micorriza líquida Nocon) or fertilized with a commercial fertilizer (Abonare crecimiento) were evaluated. The best plant length (96 cm) was obtained with PHC Hortic Plus. The highest root dry weight (12.1 g) was obtained with the liquid mycorrhizae. None of the used products had any effect on the chlorophyll concentration in the leaves. The mycorrhization percentage was low (composta inoculada Nocon 14%, PHC Hortic Plus 1%, and micorriza líquida Nocon 9%). There were no differences in P concentration between treatments (0.19 to 0.23%). The concentration of the other elements (N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, and B) did not show any effect of mycorrhization, but of the nutrient content of the product.

Index words: *Prunus persica* (L.) Batsch, seedlings growth, chlorophyll concentration, root volume, nutrient concentration.

INTRODUCCIÓN

Algunos frutales se han diseminado con tal rapidez que se han adaptado a diversas condiciones climáticas, tal es el caso del duraznero; el cual, aunque es predominantemente una especie caducifolia de clima templado, se ha adaptado a diversos climas, incluyendo los subtropicales, en los cuales se comporta como una especie perennifolia (Rodríguez-Alcázar *et al.*, 1994). Los centros más importantes de producción de durazno se ubican en latitudes entre 30 y 45° N y S; China (centro de origen del duraznero) es el principal productor, con

una producción aproximada de 2 705 000 t; después le siguen Italia, con 797 000 t, y Estados Unidos, con 764 000 t (Scorza y Sherman, 1996). En México, se estima que se producen alrededor de 126 000 t (Anónimo, 1999).

La simbiosis micorrizica es un fenómeno natural que se presenta casi en 90% de las especies vegetales (Gerdemann, 1968). Con la micorrización se incrementa la eficiencia de absorción de fósforo, lo que permite ahorrar en fertilizantes fosforados y reducir los gastos de producción (González y Ferrera-Cerrato, 1995). También se incrementa la absorción de otros elementos como Zn, Mn, Cu y Mo (Marschner y Römheld, 1996). Tiene algún papel en el control biológico de patógenos de la raíz, fijación biológica del nitrógeno, producción de hormonas y resistencia a sequía (González y Ferrera-Cerrato, 1995; Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999) e influencia en la formación y estabilidad de agregados en el suelo o sustrato (Wright y Upadhyaya, 1998). Por esta razón, las plantas micorrizadas en general crecen más rápido, son menos susceptibles a plagas y enfermedades, son más vigorosas, tienen mejor rendimiento, más producción de biomasa, mayor supervivencia y mejor calidad del producto (Gerdemann, 1968; González y Ferrera-Cerrato, 1995). La manifestación de estas características ventajosas para las plantas dependen de las cepas o especies endomicorrizas y del grado de fertilidad del suelo o sustrato (González y Ferrera-Cerrato, 1995). En México, se han hecho estudios del manejo de la simbiosis micorrizica arbuscular en plantas frutícolas, observándose gran potencial de uso para cítricos, aguacatero, fresa, papayo, piña, vid, capulín, zapote blanco, chirimoyo y guanábana (González-Chávez *et al.*, 1998). Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la endomicorriza en la fruticultura, por lo que su uso debe incorporarse en la tecnología de viveros para obtener plantas sanas, vigorosas y con alta probabilidad de sobrevivencia cuando se establecen en el huerto.

La aplicación biotecnológica de los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) en los sistemas de producción de plantas es una alternativa con alta posibilidad de aplicación. La necesidad del uso de inoculantes con base en HMA surge por el conocimiento de los múltiples beneficios que ofrecen a las plantas hospedantes, en particular en aquellos viveros donde el sustrato se fumiga por vaporización o esterilización y la flora microbiana se elimina y obligadamente se requiere de la introducción de micorrizas.

La disponibilidad del inóculo micorrizico es importante para cubrir tales necesidades (González-Chávez, 2002); sin embargo, su uso extensivo no ha sido posible debido a la falta de productos comerciales disponibles en el mercado y a la poca difusión de las ventajas de la micorrización de las plantas. Por lo anterior, el presente trabajo se realizó con los objetivos de conocer la respuesta de plántulas de duraznero criollo de Zacatecas a la micorrización con productos comerciales y determinar el mejor producto comercial endomicorrizico arbuscular para esta especie que pueda ser utilizado en viveros comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en Chapingo, localizado a 19° 29' N, 98° 53' O y a una altitud de 2250 m. Se utilizaron semillas de duraznero criollo de Zacatecas, las cuales se estratificaron durante tres meses entre 4 y 7 °C en agrolita húmeda. Una vez que emergió la radícula, las semillas se colocaron en semilleros de unicel con sustrato formado por una mezcla de suelo, cosmopeat y fibra de coco (proporción 2:2:1); a 30 días, las plántulas se trasplantaron a bolsas negras para vivero de 22 x 22 cm en las que se aplicó el tratamiento correspondiente. Las plántulas se mantuvieron bajo condiciones ambientales en el campo. Se probaron los productos comerciales: composta Nocon inoculada (complejo integrado por endomicorrizas arbuscular, *Azotobacter* y *Trichoderma* spp.); micorriza Nocon líquida (complejo multicepa de ectomicorrizas y micorrizas arbuscular); Abonare Crecimiento (abono orgánico, con 2.05% de N, 1.37% de P, 1.26% de K, 6.9% de Ca, 0.43% de Fe, 3.2% de materia orgánica, 15% de ácidos húmicos y 5% de ácidos fúlvicos); y PHC Horti Plus™ (complejo formulado, según su etiqueta, con 20 000 esporas por kg de producto de endomicorrizas arbuscular: *Entrophospora columbiana*, *Glomus intraradices*, *G. etunicatum* y *G. clarum*, enriquecido con 10.53% de P [P₂O₅], 0.74% de N total, 47.39% de cenizas y 7.88% de ácidos húmicos).

Se establecieron cinco tratamientos utilizando las cantidades recomendadas en la etiqueta del producto o por el proveedor: 1) testigo (sustrato sin micorrizas); 2) composta Nocon inoculada (36.36 g por bolsa); 3) Abonare Crecimiento (36.36 g por bolsa); 4) PHC Horti Plus™ (11.25 g por bolsa); 5) micorriza Nocon líquida (10 mL de solución, preparada con 1 mL del producto micorrizico por litro de agua). El sustrato

utilizado fue la mezcla de suelo, cosmopeat, fibra de coco y agrolita en proporción 6:3:2:2, cuyas propiedades físico-químicas se presentan en el Cuadro 1.

El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos y 10 y cuatro repeticiones por tratamiento como se indica enseguida; la unidad experimental estuvo constituida por una planta. A los cuatro meses del trasplante a bolsa, a 10 plantas (repeticiones) por tratamiento, se les midió el diámetro de tallo, longitud de la planta y número de ramas. A cuatro plantas (repeticiones) por tratamiento se les determinaron: área foliar de la copa (con integrador de área foliar LI-COR 3100), peso seco de hojas, peso específico de hojas (PE = peso seco/área foliar), peso seco de brotes, peso seco de raíces, volumen radical (por desplazamiento de agua), concentración de clorofilas a, b y total en hojas (método descrito por Witham *et al.*, 1971); asimismo, se determinó el porcentaje de micorrización de las raíces (Ferrera-Cerrato *et al.*, 1993). También se determinó la concentración nutrimental en la parte aérea de las plántulas (hojas y tallos); para ello, se utilizó una muestra compuesta integrada por la mezcla de las hojas y tallos de cuatro plántulas por tratamiento. Se determinó el N por el método de microkjeldahl y el P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B con un ICP-AES de Varian. Para el análisis de datos se realizaron un análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos en cuanto al diámetro del tallo y al número de ramas. En longitud de plantas, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, la mayor longitud de planta (96 cm) se presentó en las plantas inoculadas con el complejo micorrízico Hortic Plus; la inoculación con las micorrizas Nocon y el tratamiento con el abono orgánico mostraron alturas estadísticamente iguales a las

del tratamiento con Hortic Plus; la menor longitud de planta (89.8 cm) se observó en el tratamiento testigo (Cuadro 2). Estos resultados muestran que no hubo efecto diferencial de los productos micorrízicos en el crecimiento vegetativo de las plantas. Syvertsen y Graham (1990) han observado que las comunidades o complejos de hongos micorrízicos arbuscular, más que los inóculos con una sola especie de hongo, pueden moderar substancialmente diferentes aspectos del crecimiento de la planta y esto debido a cambios en la producción y distribución de fotosintatos. Plantas de diversas especies frutales como cítricos, papayo y aguacatero, inoculados con diversas endomicorrizas, como *Scutellispora calospora*, *Glomus intraradix*, *G. versiforme* o *G. macrocarpum*, incrementaron su diámetro y altura (González y Ferrera-Cerrato, 1995).

El área foliar, peso específico de hojas, peso seco de hojas, peso seco de tallos y volumen radical no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Fidelibus *et al.* (2000) tampoco observaron diferencias en el peso específico de las hojas y manifestaron que éste no fue afectado por el tipo de inóculo en plantas de limón 'Volkameriana'. El peso seco de la raíz fue superior (12.10 g) en el tratamiento con la micorriza líquida Nocon, aunque estadísticamente no presentó diferencias con el testigo, PHC Hortic Plus y Abonare

Cuadro 2. Efecto de productos comerciales endomicorrízicos sobre la longitud de planta y peso seco de raíz en duraznero criollo de Zacatecas.

Tratamiento	Longitud de planta	Peso seco de raíz
	cm	g
Testigo (sin micorrizas)	89.8 b [†]	10.80 ab
Composta inoculada Nocon	91.6 ab	8.60 b
Abonare crecimiento	93.7 ab	10.10 ab
PHC Hortic Plus	96.0 a	11.25 ab
Micorriza líquida Nocon	94.4 ab	12.10 a
DMSH	5.21	3.201

[†] Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Características físico-químicas del sustrato utilizado.

	pH	Conductividad eléctrica	Capacidad de intercambio catiónico	Densidad aparente	Densidad real	Espacio poroso	Punto de marchitez permanente
		dS m ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	g cm ⁻³		%	
Sustrato [†]	6.14	2.08	20.06	0.84	2.34	64.1	15.53

[†]Sustrato formado por la mezcla de suelo, cosmopeat, fibra de coco y agrolita (6:3:2:2).

crecimiento. La composta inoculada Nocon presentó el peso más bajo (8.60 g) (Cuadro 2). En limón 'Volkameriana', el inóculo, que estuvo conformado con gran diversidad de especies de HMA, mejoró el crecimiento de la planta, el peso seco del tallo y de la raíz, el área foliar de la copa y la longitud de la raíz; en tanto que el inóculo conformado por 80% de la población de HMA por una sola especie (*Glomus occultum* Walker) deprimió dichas variables de crecimiento (Fidelibus *et al.*, 2000).

Con respecto al contenido de clorofilas a, b y total en las hojas, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El porcentaje de micorrización fue bajo, la composta inoculada presentó 14%, el PHC Hortic Plus 1% y la micorriza líquida 9%.

El producto Hortic Plus en su etiqueta indica contener 2×10^4 esporas de hongos micorrízicos arbusculares por kg; los otros productos micorrízicos no dan este dato, aunque todos ellos mencionan que son complejos endomicorrízicos. Este bajo porcentaje de micorrización podría deberse al contenido de fósforo en los productos, ya que un buen contenido de P en el sustrato reduce la efectividad de la simbiosis, en general las endomicorrizas son más eficientes en suelos con baja fertilidad (Wolf y Snyder, 2003). Las compostas por ser abonos orgánicos contienen P entre otros elementos y pueden contener de 0.5 a 3% de N, 0.1 a 2% de P, 0.2 a 1.0% de K, 0.8 a 3.5% de Ca, 0.3 a 0.6% de Mg y 0.1 a 2.0% de S (Wolf y Snyder, 2003), lo cual pudo inhibir el establecimiento de la simbiosis. El producto Hortic Plus contiene (según su etiqueta) 10.53% de P (P_2O_5), 0.74% de N total, 47.39% de cenizas y 7.88% de ácidos húmicos, lo que lo hace un producto enriquecido con minerales.

En el Cuadro 3, se presenta la concentración nutrimental de la parte aérea de las plántulas y se observa

que la concentración de cada nutrimento fue diferencial entre tratamientos. Los tratamientos con los productos micorrízicos no mejoraron la concentración de P como se esperaba y como se ha observado en diversos trabajos (González y Ferrera-Cerrato, 1995; Wolf y Snyder, 2003). Las mejoras en la concentración de N y Zn con la composta inoculada y de K, Ca, Fe y Cu con el producto micorrízico líquido, y considerando los muy bajos porcentajes de micorrización, sugieren que estas concentraciones en la planta se debieron más a la fertilidad de los productos que a la micorrización. La concentración de micronutrientes en plántulas tratadas con los productos micorrízicos superó la concentración de aquellas con el tratamiento del abono orgánico (Abonare crecimiento). Los productos endomicorrízicos no deben contener minerales sobre todo P, ya que con ello se puede inhibir el establecimiento y la eficacia de la simbiosis. Es necesario mayor control de calidad de estos productos, ya que son comercializados como productos micorrízicos cuando más bien actúan como fertilizantes dado su alto contenido nutrimental, e incluso algunos de ellos (composta inoculada y micorriza líquida) carecen de la información precisa de su composición, sobre todo de la cantidad de inóculo y del contenido nutrimental.

CONCLUSIONES

Con los resultados anteriores puede concluirse que las plántulas de duraznero respondieron de manera semejante a todos los tratamientos incluyendo al testigo, debido a que no se mostró un efecto micorrízico de los productos comerciales utilizados. Por lo anterior, no pudo determinarse cual producto endomicorrízico comercial puede ser el mejor para usarse en viveros de plántulas de duraznero.

Cuadro 3. Efecto de productos comerciales endomicorrízicos sobre la concentración nutrimental en la parte aérea (hojas y tallo) de plántulas de duraznero criollo de Zacatecas.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					mg kg ⁻¹				
Testigo (s/micorrizas)	0.84	0.2	0.34	0.57	0.26	104.8	27.6	2.3	16	35.5
Composta inoculada	0.98	0.21	0.49	0.64	0.25	130.6	28.1	3.2	22.1	32.3
Abonare crecimiento	0.25	0.22	0.58	0.55	0.25	97.9	20.3	1.9	17.2	30
PHP Hortic Plus	0.21	0.19	0.39	0.55	0.21	123.6	27.3	3.9	17.2	25
Micorriza líquida	0.21	0.23	0.94	0.67	0.27	132.9	25.7	5.2	16.5	30

LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17: 179-191.
- Ferrera-Cerrato, R., M. del C. González-Chávez y M. N. Rodríguez M. 1993. Manual de agromicrobiología. Trillas. México, D.F.
- Fidelibus, M. W., C. A. Martin, G. C. Wright y J. C. Stutz. 2000. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal communities on growth of 'Volkamer' lemon in continually moist or periodically dry soil. *Scientia Hort.* 84: 127-140.
- Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann. Rev. Phytopathol.* 6: 397-418.
- González-Chávez, C. 2002. Producción y control de calidad de inoculantes de hongos micorrízicos arbusculares. pp. 36-46. *In: Pérez-Moreno, J., J. Alvarado-López y R. Ferrera-Cerrato (eds.). Producción y control de calidad de inoculantes agrícolas y forestales. Comité Mexicano de Inoculantes Agrícolas y Forestales-Colegio de Postgraduados-Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Texcoco, estado de México.*
- González-Chávez, M. C. y R. Ferrera-Cerrato. 1995. La endomicorriza vesículo-arbuscular. Asociación simbiótica entre hongos para la producción de frutales. *Agroproductividad* 3: 11-17.
- González-Chávez, C., R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez-Moreno. 1998. Biotecnología de la micorriza arbuscular en fruticultura. Universidad Autónoma de Tlaxcala-Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México.
- Marschner, H. y V. Römheld. 1996. Root-induced changes in the availability of micronutrients in the rhizosphere. pp. 557-579. *In: Waisel, Y., A. Eshel y U. Kafkafi (eds.). Plant roots. The hidden half. Second Edition. Marcel Dekker. New York, NY, USA.*
- Rodríguez-Alcázar, J., W. B. Sherman, R. Scorza y M. Wisniewski. 1994. 'Evergreen' peach, its inheritance and dormant behavior. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 789-792.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 1999. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. México, D.F. <http://www.sica.sagarpa.gob.mx/integra/Anuarios/indexAnuest2.html> (Consultado: enero 2002).
- SAS Institute. 1997. SAS/STAT User's Guide, Release 6.12. Cary, NC, USA.
- Scorza, R. y W. B. Sherman. 1996. Peach. pp. 325-440. *In: Janick, J. y J. N. Moore (eds.). Fruit breeding, Vol. I. Tree and tropical fruits. John Wiley. New York, NY, USA.*
- Syvertsen, J. P. y J. H. Graham. 1990. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae and leaf age on net gas exchange of citrus leaves. *Plant Physiol.* 94: 1424-1428.
- Witham, F. H., D. F. Blaydes y R. M. Devlin. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold. New York, NY, USA.
- Wolf, B. y G. H. Snyder. 2003. Sustainable soils. The place of organic matter in sustaining soils and their productivity. Food Products Press. New York, NY, USA.
- Wright, S. F. y A. Upadhyaya. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 198: 97-107.