

DIVERSIDAD DE HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES EN HUERTOS DE AGUACATE DE MICHOACÁN

A. Bárcenas¹, C. Almaraz¹, L. Reyes¹, L. Varela², B. Lara¹, A. Guillén¹, Y. Carreón³, S. Aguirre¹ y A. Chávez¹.

¹Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez de la UMSNH, Lázaro Cárdenas esq. Berlín s/n, Uruapan, Mich. México. E-mail: abarcenas@prodigy.net.mx; ²IPN. Hongos y Derivados, SA de CV. E-mail: lvarela@ipn.mx;

³Facultad de Biología UMSNH. Edificio B4, Ciudad Universitaria. ycabud@yahoo.com.mx. Teléfono (52+443) 3167412

La raíz del aguacate carece de pelos radicales. Se ha demostrado que los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) colonizan las raíces de este frutal, favorecen la absorción de agua y el aprovechamiento de los nutrimentos del suelo por la planta, también propician incrementos de crecimiento y las mantienen saludables. Pero la presencia de la simbiosis en campo y el papel que pueda tener dentro de un sistema de producción no están muy documentados, ya que los trabajos realizados sobre micorrizas en este cultivo en su mayoría son en vivero y propagación *in vitro*. Lo anterior motivó el presente estudio, que tuvo como finalidad determinar la riqueza y abundancia de HMA presentes en huertos de aguacate de la región productora de Michoacán, México, en siete diferentes climas, bajo dos condiciones de humedad (riego y temporal) y en dos épocas (lluvias y estiaje). Para ello se realizaron muestreos de suelo rizosférico de 14 huertos; se extrajeron las esporas del suelo y se montaron en portaobjetos para su conteo e identificación. Se detectaron e identificaron 22 morfoespecies correspondientes a cinco géneros, de tres familias y dos órdenes; siete de ellas no se habían reportado en este cultivo. En la época de estiaje predominaron las especies de los géneros: *Glomus* (39.43%), *Acaulospora* (26.23%) y *Scutellospora* (21%) y en la época de lluvias las de los géneros: *Glomus* (37.56%), *Scutellospora* (29.16%) y *Acaulospora* (23.24%).

Palabras clave: micorrizas, climas, estiaje y lluvias, dos condiciones de humedad.

DIVERSITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON AVOCADO ORCHARDS FROM MICHOACAN

A. Bárcenas¹, C. Almaraz¹, L. Reyes¹, L. Varela², B. Lara¹, A. Guillén¹, Y. Carreón³, S. Aguirre¹ and A. Chávez¹.

¹Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez de la UMSNH, Lázaro Cárdenas esq. Berlín s/n, Uruapan, Mich. México. E-mail: abarcenas@prodigy.net.mx; ²IPN. Hongos y Derivados, SA de CV. E-mail: lvarela@ipn.mx;

³Facultad de Biología UMSNH. Edificio B4, Ciudad Universitaria. ycabud@yahoo.com.mx. Teléfono (52+443) 3167412

Avocado trees lack root hairs. It has been demonstrated that arbuscular mycorrhiza forming fungi (AMF) colonize these fruit trees, favour water absorption

and nutrient uptake by plants, and also enhance growth and ameliorate plant health. However, the symbiotic associations in the field and the role AMF may play on the production system are not currently well documented; approaches on mycorrhizal symbiosis and its yield effects have been mainly addressed to plant nursery as well as to *in vitro* propagation. This caused the present study, which aims at determining AMF diversity and abundance on avocado orchards soil in Michoacan, Mexico. The experiment was developed in orchards with seven different climates, under two moisture conditions (irrigation and rain fed) and in two times of the year (rainy and low water season). Rhizosphere samples were obtained from soils of 14 orchards; spores from those samples were extracted and mounted on glass slides to identify and quantify them under microscope. 22 morphospecies corresponding to five genera, from three families and two orders, were identified; seven of them had not been previously reported as associated with the avocado culture. In the low water season species, distribution of the three genera was as shown: *Glomus* (39.43%), *Acaulospora* (26.23%) and *Scutellospora* (21%) and while in the rainy season the distribution among these genera differed: *Glomus* (37.56%), *Scutellospora* (29.16%) and *Acaulospora* (23.24%).

Keywords: mycorrhiza, climate, low water and water season, two moisturing conditions.

1. Introducción

En el estado de Michoacán de la República Mexicana, el aguacate se encuentra establecido en una franja que abarca 30 municipios, los que varían en la superficie plantada, que fluctúa desde menos de 100 ha, hasta más de 23,000 ha. Los 22 municipios en donde el cultivo es importante, están establecidos en 94,045.09 ha, entre los 1100 y los 2900 msnm, en 10 climas diferentes; pero la mayor superficie (74,463.15 ha) se localiza entre los 1600 y 2100 msnm (Lara *et al.*, 2005).

Los hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) colonizan las raíces de las plantas formando una extensa red de micelio en el suelo que les proporciona múltiples beneficios como: mayor transporte de agua y nutrientes (especialmente P, Cu y Zn); protección cuando se encuentran bajo condiciones de estrés por problemas de salinidad, sequía, acidez, elementos tóxicos o patógenos que atacan a la raíz (Smith y Read, 1997). En la naturaleza, la mayor parte de las plantas presentan este tipo de asociación (Bonello, 2001) y aunque aparentemente no existe especificidad taxonómica, evidencias recientes obtenidas con técnicas moleculares indican que las plantas son colonizadas preferentemente por ciertas especies de HMA con base en sus efectos diferenciales sobre el crecimiento vegetal (Lovera y Cuenca, 2007).

La raíz del árbol de aguacate carece de pelos radicales (Salazar-García, 2002) por lo que seguramente depende de la micorriza para su nutrición. En Israel, Ginsburg y Avizohar (1965), realizaron observaciones sobre la presencia de HMA en raíces de aguacate y Hass y Menge (1990) caracterizaron HMA en suelos de este frutal en California, EEUU e Israel. Por su parte, investigadores de la

UMSNH, realizaron estudios aislados sobre la presencia e identificación de HMA en huertos de aguacate de Michoacán (Bárcenas *et al.*, 2006).

Este estudio tuvo como finalidad: determinar la diversidad de especies de HMA presentes en el cultivo del aguacate en los siete principales climas en los que se encuentra establecido en el estado de Michoacán, así como las diferencias de este factor relacionadas con: el clima, épocas (lluvias y estiaje) y condiciones de humedad (riego y temporal). La investigación se inició en febrero del 2006 y culminó en febrero del 2007, su implementación pretende contribuir al desarrollo de un sistema de producción de aguacate sustentable, sin la aplicación excesiva de productos químicos, evitando el deterioro ambiental y daño a la salud humana.

2. Materiales y métodos

2.1 Sitio de estudio

La investigación se realizó en 14 huertos establecidos en tres municipios de la región productora de aguacate de Michoacán, con diferentes condiciones de humedad (riego y temporal), distribuidos en los siguientes climas: C1: Aw1(w); C2: (A)C (m)(w), C3: C (m) (w), C4: (A)C(w2)(w), C5: A)C(w1)(w), C6: A(C)(w0)(w) y C7: C (w2) (w) (García, 1973).

2.2 Muestreo de suelo

Se realizaron dos muestreos de suelo rizosférico a una profundidad de 20 cm, uno en época de estiaje (febrero-marzo 2006) y el otro en la temporada de lluvias (agosto-septiembre 2006).

2.3 Extracción, conteo e identificación de esporas

Para extraer las esporas del suelo se utilizó el protocolo de tamizado húmedo y decantación propuesto por Gerdemann y Nicolson (1963), seguido de centrifugación en sacarosa. Las esporas obtenidas del tamizado se decantaron en papel filtro, de donde se tomaron para montarlas en preparaciones usando alcohol polivinílico glicerol con y sin reactivo de Melzer (1:1 v/v). El conteo e identificación se efectuaron en un microscopio compuesto colocando una base cuadrículada en las preparaciones. La identificación taxonómica se realizó con base en la forma, tamaño y color de las esporas; grosor, número y ornamentación de las capas de la pared y forma y acoplamiento de la hifa de sostén; se tomaron como base: el manual de identificación de Schenk y Pérez (1990), las descripciones originales y la descripción propuesta por la International Collection of Vesicular and Arbuscular Mycorrhizal Fungy (INVAM, 2007).

2.4 Riqueza y abundancia

La riqueza (R) de especies se determinó considerando el número de especies; la abundancia absoluta (Aa) como el número total de esporas de todas las especies en cada clima, para cada una de las dos épocas del año.

2.5 Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se sometieron a la técnica estadística del análisis de varianza; cuando se encontró significancia estadística se procedió a realizar la comparación de medias, a través de la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. Los valores obtenidos se analizaron mediante el empleo del paquete de diseños experimentales SAS versión nueve, 2002, FUANL versión 2 (Olivares, 1992), y Bio-Dap (Anne Magurran, 1988).

3. Resultados

3.1 Riqueza de especies y ubicación taxonómica de HMA

Se detectaron e identificaron 22 morfoespecies correspondientes a cinco géneros, de tres familias y dos órdenes (Cuadro 1)

Cuadro 1. Especies de HMA identificadas en 14 huertos de aguacate de Michoacán, México, establecidos en siete diferentes climas.

Nº	Especie	Símbolo	Nº	Especie	Símbolo
1	<i>Acaulospora spinosa</i> , (Walker y Trappe)	<i>A sp</i>	12	<i>Glomus geosporum</i> (Nicolson y Gerdemann) (Walker)	<i>Gl g</i>
2	<i>Acaulospora scrobiculata</i> (Trappe)	<i>A sc</i>	13	<i>Glomus constrictum</i> (Trappe)	<i>Gl c</i>
3	<i>Acaulospora scrobiculata chica</i>	<i>A sc ch</i>	14	<i>Glomus spinuliferum</i> (Sieverd y Oehl)	<i>Gl s</i>
4	<i>Acaulospora denticulada</i> (Sieverd y Toro)	<i>A d</i>	15	<i>Glomus tortuosum</i> (Schenck y Smith)	<i>Gl t</i>
5	<i>Acaulospora sp</i>	<i>A sp</i>	16	<i>Glomus sinuosum</i> , (Gerdemann y Bakshi)	<i>Gl sin</i>
6	<i>Gigaspora aff. gigantea</i> (Nicolson y Trappe)	<i>G g</i>	17	<i>Glomus sp1</i>	<i>Gl sp1</i>
7	<i>Scutellospora gregaria</i> (Schenck y Nicolson) (Walter y Sanders)	<i>Sc g</i>	18	<i>Glomus sp2</i>	<i>Gl sp2</i>
8	<i>Scutellospora scutata</i> (Walker y Diederichs)	<i>Sc sc</i>	19	<i>Glomus sp3</i>	<i>Gl sp3</i>
9	<i>Scutellospora aff. calospora</i> (Gerdemann y Trappe)	<i>Sc cal</i>	20	<i>Sclerocystis rubiformis</i> , (Gerdemann y Trappe)	<i>S r</i>
10	<i>Scutellospora verrucosa</i> (Koske y Walker) (Walter y Sanders)	<i>Sc v</i>	21	<i>Sclerocystis pachycaulis</i> (Wu y Chen)	<i>S p</i>
11	<i>Scutellospora sp.</i>	<i>Sc sp</i>	22	<i>Sclerocystis sp</i>	<i>S sp</i>

De las especies identificadas en este trabajo, *A sc ch*, *A d*, *Sc cal*, *Gl s*, *Gl sin*, *S p*, *S sp*, no se encuentran reportadas en estudios anteriores sobre aguacate; *A s*, *A sc*, *A sp*, *G g*, *Sc g*, *Sc sc*, *Sc cal*, *Sc v*, *Sc sp.*, *Gl g*, *Gl c*, *Gl s*, *Gl t*, *Gl sp1*, *Gl sp2*, *Gl sp3* y *S r*, se encontraron en siete estudios realizados anteriormente en huertos de aguacate de Michoacán, *Gl g* fue común en todos ellos (Bárceñas *et*

al., 2006). Hass y Menge (1990), reportaron la existencia de nueve especies de HMA en California y seis en Israel, coinciden con esta investigación por la presencia de *A sc* en California, *Gl g* en Israel y *Gl c* para ambos países.

En este estudio se reporta la predominancia en número de los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Scutellospora* (Figura 1), los dos primeros coinciden con los pocos trabajos que se han reportado sobre micorrizas en aguacate a nivel mundial. En el estudio que se efectuó en California e Israel, son los únicos que se registran en donde destaca por su abundancia el género *Glomus* (Hass y Menge, 1990). En los reportes realizados en Michoacán predominan también los géneros *Glomus* y *Acaulospora*, el género *Scutellospora* coincide con cuatro de ellos y *Gigaspora* con seis (Bárceñas *et al.*, 2006). La presencia de los dos últimos puede explicarse con los resultados encontrados por González (2005) en un bosque de pino-encino de Michoacán en el que además de *Glomus* y *Acaulospora*, los géneros *Scutellospora* y *Gigaspora* fueron de los más abundantes; dado que los huertos en los que se realizó esta investigación (al igual que la mayor parte de los ubicados en el estado de Michoacán), están establecidos en un área que era originalmente un bosque natural de pino-encino.

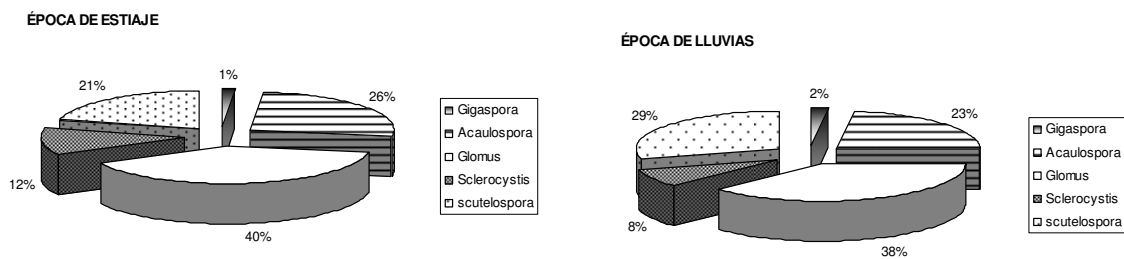


Figura 1. Abundancia relativa del número de esporas por género de HMA en huertos de aguacate de Michoacán en dos épocas del año.

La riqueza (R) en los diferentes climas para la época de estiaje, fluctuó entre 17 y 22 especies y para la época de lluvias de 20 a 22 especies. Los climas donde se encontró el mayor número de esporas en la temporada de lluvias fueron: (A)C(w2)(w) Semicálido subhúmedo (20%) y C(w2)(w) Templado subhúmedo (18%). En la época de estiaje hubo mayor número de esporas en el clima C(w2)(w) Templado subhúmedo (21%), seguido del clima (A)C(w2)(w) Semicálido subhúmedo (19%) (Figura 2).

La riqueza y abundancia de especies de HMA fue mayor en la época de lluvias y en los huertos con riego, lo que coincide con los resultados reportados por Esperón y Camargo (2004) y con González (2005), que encontraron un mayor número de esporas en temporada de lluvias que durante la estación de secas (Figura 3).

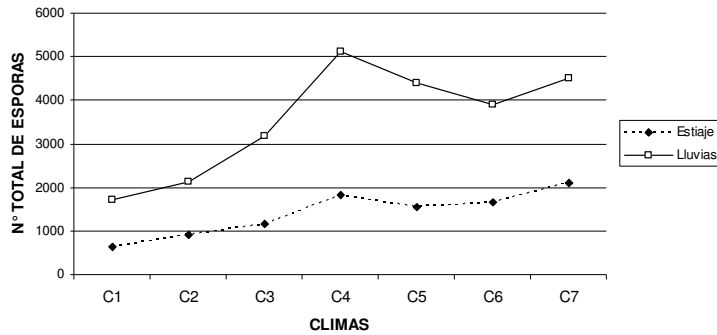
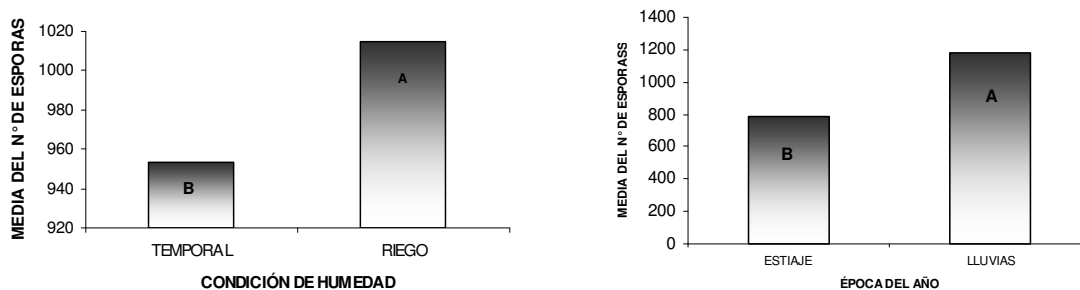


Figura 2. Abundancia absoluta de esporas de HMA presentes en huertos de aguacate de siete climas y durante dos épocas de muestreo en Michoacán, México.



Figuras 3. Comparación de medias del número de esporas de HMA encontradas en huertos de aguacate de Michoacán en dos condiciones de humedad (riego y temporal) y en dos épocas del año (estiaje y lluvias) ($p < 0.05$).

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Dr. Samuel Salazar García por habernos permitido trabajar en algunos de los huertos seleccionados para la realización del proyecto: “Estudios sobre fenología y fisiología del aguacate cv. Hass en Michoacán” y el apoyo económico recibido de la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH.

Referencias

- Bárceñas O., A.E., Varela F.,L., Carreón A., Y., Lara Ch., M.B.N., González C., J.C. y Aguirre P., S. 2006. Estudios sobre hongos micorrizógenos arbusculares en huertos de aguacate *Persea americana* Mill. (RANALES:LAURACEAS). En Memoria del XXIX Congreso Nacional de Control Biológico. SMCB. Manzanillo, Col. pp 1-5.
- Gerdeman, J.W. y T.H. Nicolson. 1963. Spores of Mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46: 235-244.
- Ginsburg, O. y Avizohar Z. 1965. Observations on vesicular-arbuscular mycorrhiza associated with avocado roots in Israel. Trans. Brit. Mycol. Soc. 48: pp 101-104.

- González C., J.C. 2005. Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en un agroecosistema de aguacate (*Persea americana* Mill) comparado con un bosque natural. Tesis de maestría. Facultad de Biología. UMSNH. Morelia, Mich. 76 pp.
- Hass, H. J. y J.A. Menge. 1990. VA-micorrhizal fungi and soil characteristics in avocado (*Persea americana* Mill) orchard soils. *Plant and Soil* 127: 207-212.
- INVAM. 2006. Internacional Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungy. <http://invam.caf.wvu.edu>. (2 de enero del 2006)
- Lara Ch. B. N., Gutiérrez C. M, Guillen A. H., López M. J., Vidales F. J. A. 2005. Caracterización agroclimática de la franja aguacatera del Estado de Michoacán, México. Memorias del II Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate, Uruapan Mich. México. Pp 2-11
- Lovera, M. y Cuenca G. 2007. Diversidad de hongos micorrízico arbusculares (HMA) y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural y una sabana perturbada de la Gran Sabana, Venezuela.
- Schenk, N.C. y Y. Pérez. 1990. Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. Synergistic Publications. Gainesville, FL, USA.
- Smith, S. E. y D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press.