



Impacto de la materia orgánica en huertos convencionales y huertos orgánicos de aguacate, sobre la biodiversidad de hongos micorrizógenos arbusculares

Aguirre Paleo Salvador¹, Carreón Abud Yazmín^{2*}, Varela Fregoso Lucía³

¹Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"; ²Laboratorio de Genética y Microbiología. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán; ³Hongos y Derivados, A.C.; *Autor de correspondencia. ycabud@yahoo.com.mx

PALABRAS CLAVE

Agricultura sustentable;
Biodiversidad;
Simbiosis;
nutrición de las plantas.

RESUMEN

En trabajos previos, se ha demostrado considerablemente el aumento de la fertilidad del suelo en los agroecosistemas manejados orgánicamente comparados con los de uso convencional. México consolida su liderazgo internacional como primer productor, consumidor y exportador de aguacate en fresco y en pulpa, destacando el estado de Michoacán con 93.125 ha de la superficie nacional y 6,150 ha con manejo orgánico, en las que de manera similar al manejo convencional, carecen de estudios en las evaluaciones de los cambios dinámicos del suelo. Los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) juegan un crucial papel en la adquisición de nutrimentos y la fertilidad del suelo. El objetivo de este estudio, fue investigar el impacto de la materia orgánica sobre la diversidad de HMA en el contexto de dos diferentes tipos de agroecosistemas: Huertos de Aguacate de uso convencional y Huertos de Aguacate de uso Orgánico, en la región de Uruapan, Michoacán. Primeramente las esporas fueron aisladas e identificadas morfológicamente de muestras de suelo directo. El estudio reveló que la abundancia de esporas de HMA y la diversidad de especies fue significativamente mayor en los Huertos orgánicos que en los Huertos con sistemas convencionales. La abundancia de la comunidad de esporas de HMA difiere en los sistemas convencionales y orgánicos, siendo las especies de *Glomus*, las más abundantes en los dos sistemas, pero las especies de *Acaulospora* y *Scutellospora* fueron las especies más abundantes en los sistemas orgánicos. Los resultados mostraron que algunas de las especies presentes en los ecosistemas naturales se mantienen bajo condiciones de manejo orgánico, pero decrecen severamente bajo condiciones de sistemas convencionales, indicando una pérdida potencial severa del funcionamiento del ecosistema en los sistemas convencionales.

ABSTRACT

In previous works, it has been demonstrated the rice of the soil's fertility in agroecosystems organically managed compared to those of conventional use. Mexico consolidates its international leadership as the first producer, consumer and exporter of fresh and concentrated avocado outstanding the state of Michoacan, with 93.125 ha of the national's surface and 6.150 ha with organic management in which, similarly to those of conventional management, they lack of studies in the evaluations in dynamic changes of the soil. The Mycorrhizal Arbuscular Fungi (MAF) play a crucial role in the acquirement of nutriments and the fertility of the soil. The objective of this study was to research the impact of organic material over the MAF diversity in the context of two different types of agroecosystems: Avocado plantations of conventional use and Avocado plantations of organic use, in the region of Uruapan, Michoacan. The spores of MAF, were isolated and morphologically identified from soil samples. The study revealed that the great number of MAF spores and the diversity of species was significantly greater in organic plantations than in plantations with conventional systems. The abundance of the MAF spore community differs in the conventional and organic systems, being *Glomus* species the most numerous in two systems, but *Acaulospora* and *Scutellospora* species were most abundant ones in the organic systems. The

KEYWORDS

Sustainable Agriculture;
Biodiversity;
Symbiosis;
Plants nutriment

results showed that some of the present species in the natural ecosystems are kept under organic management conditions, but severally decrease under conventional conditions systems indicating a severe potential loss of the ecosystems functionality in conventional systems.

INTRODUCCIÓN

Los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) apoyan el crecimiento de la planta por el incremento en el suplemento de nutrimentos inmóviles en el suelo, principalmente el fósforo, aumentan la tolerancia o resistencia a los patógenos del suelo y al estrés abiótico y mejoran la estructura del suelo (Smith y Read, 1997). Estos efectos benéficos de los HMA son importantes en los ecosistemas naturales, aunque se hacen menos importantes en sistemas agrícolas con altos insumos (Barea y Jeffries, 1995). Claramente los factores de manejo agrícolas tales, como el manejo intensivo del suelo para cultivos, la cantidad y calidad de fertilizantes aplicados y las estrategias de protección utilizadas en las plantas, pueden tener impactos severos en la estructura de las comunidades de HMA (Oehl, *et al.*, 2003).

Recientemente, los sistemas de bajos insumos han cobrado importancia en muchos países industrializados, para la conservación de sus recursos naturales y la reducción de la degradación del medio ambiente (Mäder *et al.*, 2002). Los sistemas agrícolas convencionales con insumos reducidos de fertilizantes y pesticidas han sido desarrollados, y en ocasiones se denominan “sistemas integrales”, pero más y más agricultores han cambiando sus sistemas convencionales por sistemas orgánicos, de bajos insumos, en donde la fertilización se basa principalmente sobre manufactura animal producida en la misma granja o parcela, en adición con bajos insumos de nutrimentos aportados. Estas prácticas de manejo generalmente permiten un balance negativo de nutrimentos y disponibilidad baja de ellos, especialmente el Fósforo (Oehl, *et al.*, 2002). Bajo estas condiciones, las plantas se ven obligadas a depender particularmente de los hongos y a efectuar una simbiosis efectiva con los HMA (Smith y Read, 1997).

Existen reportes, en donde se comparan la comunidad de los HMA dentro de los sistemas agrícolas, con diferentes sistemas de manejo, tales, como arado, adición de fertilizantes, pesticidas y

rotación de cultivos (Douds, *et al.*, 1999). En algunos de los casos, solamente fueron detectadas diferencias pequeñas (Franke *et al.*, 2001), pero cuando las diferencias se hicieron más evidentes, las comunidades de HMA se vieron disminuidas en composición de especies, en las tierras donde utilizan sistemas de manejo agrícola intensivo (Sieverding, 1989).

La materia orgánica (MO) del suelo, es un importante indicador de la calidad del mismo, la cual se compone por residuos de plantas y animales con diferentes niveles de degradación, además de sustancias orgánicas sintetizadas química y microbiológicamente, éstas últimas constituidas por materiales no humificados y materiales humificados o sustancias húmicas. Estas sustancias húmicas, son importantes por ser fuente de nutrimentos; mejorar la estructura y, favorecer la aeración, la capacidad de retención de agua, la permeabilidad del suelo y la penetración de las raíces de las plantas, así como el suministro continuo y adecuado del O₂ que requieren para respirar y crecer. Con todo ello, la MO del suelo absorbe y retiene una cantidad sustancial de agua, la cual penetra y filtra en forma lateral y hacia abajo sin arrastrar fácilmente las partículas de suelo, es fuente de energía para los organismos del suelo, puede tener un efecto fisiológico directo en el crecimiento de la planta, debido a la presencia de algunos compuestos como las auxinas, actúa como amortiguador en un amplio intervalo de pH, está directamente relacionada con la adsorción de la mayoría de los herbicidas y puede favorecer el crecimiento de organismos saprofitos en relación con los parásitos y con ello, reducir las poblaciones de estos últimos. Los compuestos biológicamente activos en el suelo, como los antibióticos y ciertos ácidos fenólicos pueden reforzar la habilidad de ciertas plantas de resistirse al ataque de los patógenos (Stevenson, 1994).

Esto sugiere que el aumento de la fertilidad del suelo se asocia con alta actividad y biodiversidad microbiana en suelos con alta cantidad de materia orgánica. Las diferentes especies de HMA difieren en características funcionales tales como la producción de esporas, producción y promoción del crecimiento

vegetal (Van der Heijden *et al.*, 1998). Sin embargo, se consideran menos eficientes las especies de huertos con altos insumos (Johnson, 1993), por lo tanto, es importante medir el impacto de los sistemas con diferentes usos agrícolas, y también la diversidad de especies de HMA y la estructura de la comunidad.

Todos los métodos designados para el estudio de la diversidad de los HMA en suelos de campo, tienen ciertas restricciones. Solamente una cierta cantidad de géneros de Glomeromycota, pueden ser distinguidos por medio de la observación morfológica de la colonización de raíces. (Merryweather, *et al.*, 1988). Sin embargo, la colonización micorrízica así como el número de esporas (Clapp, *et al.*, 1995), no necesariamente refleja las poblaciones de los HMA en el suelo. Algunas veces, porque las esporas, solo se forman en ciertas estaciones del año (Lee, 1994).

Una desventaja del número de esporas, es que son indicadores de periodos largos de tiempo como por ejemplo, varios meses. La estructura de la comunidad de HMA puede ser descrita basada en la morfología de las esporas (Oehl, *et al.*, 2003) con las excepciones de las especies que supuestamente no esporulan. Recientemente se han desarrollado métodos moleculares para la detección de la diversidad de especies de HMA directamente en las raíces de las plantas (Helgason, *et al.*, 1998), por lo tanto, se considera una buena alternativa en el futuro, para combinar con las herramientas morfológicas disponibles.

En este estudio, se hicieron determinaciones de la estructura de la comunidad de HMA, basadas en la morfología clásica de las esporas, características que nos permitieron establecer diferencias cualitativas y cuantitativas, en huertos con sistemas orgánicos y convencionales de cultivo de aguacate.

MATERIALES Y METODOS

Áreas de Muestreo

El presente estudio se realizó, en dos Huertos de Aguacate, de la región de Uruapan, Michoacán con diferentes usos agrícolas. Un Huerto de uso

convencional, comparativamente con otro Huerto con uso agrícola orgánico. El Huerto de manejo convencional, con extensión de 4 ha, con edad de los árboles de 5 años, establecida y manejada convencionalmente, es decir, con adición de fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas, que son comunes en la producción del aguacate en Michoacán. El Huerto de manejo orgánico, presentó una extensión de 4 ha, con árboles de 5 años de edad, manejados orgánicamente desde su establecimiento, en un terreno, que en un inicio, se mejoró con aplicaciones de materia orgánica. En esta Huerta, el manejo de plagas se realiza con un programa específico de control biológico y en ocasiones se utilizan extractos de "chicalote" *Argemone ochroleuca* Sweet e "higuerilla" *Ricinus communis* L., que operan como insecticidas naturales. Las plantas arvenses se controlan de forma manual.

Ambos Huertos se localizan al norte de la ciudad de Uruapan, bajo un clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (A) c (M) (w); en terreno "malpaís" o derrame basáltico, con un tipo de suelo Andosol húmico.

Muestreo de suelos

La muestra de suelo se realizó a profundidad de 30 cm (donde se desarrollan las principales raíces del árbol del aguacate), obteniendo la muestra por cada árbol de los cuatro puntos cardinales, generándose seis muestras por cada tipo de manejo de cultivo y doce en total de todo el trabajo.

Determinación de materia orgánica.

Se determinó el porcentaje del contenido de materia orgánica en ambos suelos de cada huerto, de acuerdo con la clasificación mineral convencional, bajo condiciones de laboratorio, utilizando el método de Walkley- Black modificado para espectrofotómetro.

Cuantificación, aislamiento e identificación de HMA

Las esporas de los HMA fueron extraídas de las muestras del suelo, por un tamizado húmedo y decantación y centrifugación con un gradiente de sacarosa (Oehl, *et al.*, 2003). Las esporas fueron

contadas utilizando un microscopio estereoscópico. La abundancia de esporas de HMA (número de esporas por gramo de suelo) refiere la cantidad de esporas antes del proceso de selección utilizado para la identificación de los especies de HMA, las esporas más sanas, y son colectadas con pinzas o pipetas Pasteur y colocadas en porta objetos con PVLG y PVLG + Melzer (1:1) para su montaje.

La identificación de las esporas estuvo basada en las descripciones actuales y manuales para la identificación de especies (Shenk y Pérez, 1990); Morton <http://invam.caf.wvu.edu/Myc.Info/Taxonomy/species.htm>). En este estudio, la morfología de las especies, fueron identificadas como “morfo especies, basada en la morfología de las esporas.

Análisis estadísticos.

Los resultados de los conteos directos del número de esporas, que se encontraron durante tres muestreos, producto de tres conteos independientes (repeticiones en cada fecha) en los suelos de los dos huertos, se procesaron bajo el modelo estadístico de un bifactorial combinatorio, sometidos a la Prueba de Fisher del análisis de varianza y al obtener significancia estadística, se realizó la prueba de significancia de promedios de Tukey al 5%.

También se determinó el coeficiente de correlación simple, entre la variable materia orgánica y el total de esporas de HMA cuantificados en ambos tipos de manejo. Para determinar la diversidad de morfoespecies se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia Orgánica

Los resultados obtenidos en cuanto a materia orgánica correspondientes al periodo de muestreo de dos años, es decir, durante 2004 y 2005, en ambos sistemas de producción de aguacate (orgánico y convencional), son los siguientes:

De acuerdo a la Tabla 1, se obtuvieron diferencias

TABLA 1. Porcentaje de materia orgánica en muestras de suelo de dos agroecosistemas de aguacate bajo dos sistemas de manejo durante el periodo (2004-2005).

Fechas	Manejo Orgánico %	Manejo Convencional %
16 Noviembre 03	7.81	3.48
4 Marzo 04	6.45	3.60
14 Junio 04	6.84	3.02
23 Septiembre 04	6.97	2.73
8 Diciembre 04	9.24	4.73
10 Febrero 05	7.90	3.74
4 Junio 05	10.07	4.90
4 Octubre 05	6.69	3.95
X	7.75	3.77

significativas al comparar la media obtenida para materia orgánica del huerto con manejo orgánico (7.75%), respecto a la del huerto con manejo convencional (3.775). Estos promedios, de acuerdo a la Clasificación de (Castellanos, *et al.*, 2000), para la huerta bajo manejo orgánico se ubica en el rango de medio (5.1 – 8.0 %), en cambio para la huerta con manejo convencional se clasifica en un rango moderadamente bajo (3.6 – 5.0 %).

Riqueza de Hongos Micorrizico Arbusculares (HMA)

Como resultado del análisis de muestras de suelo obtenidas en otros trabajos previos (González, 2005), quien estudio la diversidad de HMA en la zona de bosque y la huerta, y obtuvo un total de 15 especies aisladas en suelo directo y 3 en cultivos trampa.

Respecto a la riqueza, el número de especies encontrado en el presente estudio, fue menor al encontrado por González, 2005.

En las Huertas estudiadas, se presentaron 3 Familias y 5 especies (Tabla 2).

Respecto a lo reportado por (Hass y Menge, 1990), en suelos de aguacate en California solamente se presentaron coincidencias en *Acaulospora scrobiculata*

TABLA 2. Ordenes, Familias, Géneros y especies encontrados en los sitios de estudio. 1-10 Se refiere al número dado a cada especie.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Diversisporales	Acaulosporaceae	9 <i>Acaulospora</i>	<i>scrobiculata</i> Trappe Asc
		4 <i>Acaulospora</i>	<i>spinosa</i> Rothwell <i>et</i> Trappe Asc
	Gigasporaceae	1 <i>Gigaspora</i>	<i>sp1</i> Ggsp1
		10 <i>Gigaspora</i>	<i>sp2</i> Ggsp2
		2 <i>Scutellospora</i>	<i>verrucosa</i> Scv
		3 <i>Scutellospora</i>	<i>coralloidea</i> Scs
Glomerales	Glomeraceae	5 <i>Glomus</i>	<i>tortuosum</i> Gt
		6 <i>Glomus</i>	<i>geosporum</i> Nicolson Gg
		7 <i>Glomus</i>	<i>et</i> Gerdemann <i>constrictum</i> Gc
		8 <i>Sclerocystis</i>	<i>pachycaulis</i> Scp Ahora (2008) cambia a <i>Glomus rubiforme</i>

y *Glomus constrictum* y respecto a lo reportado por (Ginsburg y Avizohar, 1965), en Israel, a pesar de que se reportaron nueve especies, las coincidencias se reducen también únicamente a *Glomus constrictum* y *G. geosporum*.

En cuanto a las cinco géneros de HMA encontradas en los muestreos de ambos tipos de manejo de huertos de aguacate, se observa cierta coincidencia con lo reportado por (González, 2005), en condiciones de un huerto comercial en Jujucato, municipio de Salvador Escalante, Mich., en el que encontró tres especies del género *Acaulospora*, coincidiendo en este caso con la especie *Acaulospora scrobiculata*. En el

género *Gigaspora*, también obtuvo dos especies, una de ellas ya identificada por González, como *Gigaspora gigantea*. Del género *Scutellospora*, solamente reportó una especie. Para el género *Glomus*, también reportó tres especies, coincidiendo solamente para este caso en *Glomus geosporum*, ya que una especie diferente es *Glomus clarum* y otra aun no identificada.

Con Aguirre, 2001, en un estudio realizado en la huerta “Los Tumines” del municipio de Salvador Escalante Mich., en dos muestreos de dos temporadas las coincidencias en géneros son: *Glomus geosporum*, *Glomus sps:* 1, 2 y 3, *Acaulospora sp.* y *Gigaspora sp.* Pero no coincidió con *Acaulospora aff. foveata* ni con

Entrophospora infrequens.

Para el caso de Guerrero, 1995 en la huerta "La Codorniz" del municipio de Tancitaro Mich., que trabajó en cultivos trampa, las coincidencias son: *Acaulospora* y *Glomus*, con dos especies cada una: *Glomus geosporum*, *Acaulospora* sp., pero no coincidió con *Gigaspora gigantea*, *Glomus aft albidum*, y *Acaulospora aff scrobiculata*.

Asimismo, con Lara, 2004 en un muestreo de suelo, en el municipio de Tingambato, reporta a *Acaulospora laevis*, *Acaulospora* sp, *Entrophospora* sp, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroides* y *Glomus geosporum*. Relacionándose los resultados de este trabajo, solo con ésta última especie.

Abundancia de esporas de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)

Los resultado de los conteos a partir de suelo directo del número de esporas de diez especies de Hongos Micorrizico Arbusculares, obtenidos en tres muestreos, realizados durante 2005, con base en el total de esporas de HMA, se muestran a continuación (Figura 1).

En el análisis estadístico, se confirmó que existen diferencias significativas en la riqueza de esporas de los tipos de manejo, destacando que el promedio general de esporas en el manejo convencional fue de 34, mientras que la cantidad en el manejo orgánico fue de 62 esporas, es decir un 45% mayor, en relación al total de esporas de HMA.

Esto confirma en nuestros resultados, que la

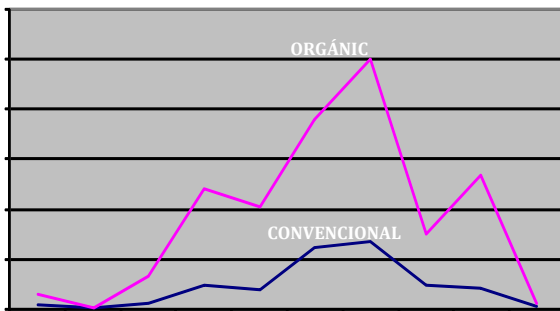


FIGURA 1. Total de esporas de HMA en los tipos de manejos de huertos de aguacate: convencional y orgánico, muestreos de 2005

TABLA 3. Prueba de Tukey (5%) del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA y de 3 muestreos de 2005

Especie	\bar{X} de 3 muestreos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	513 esporas	A
6 <i>Glomus geosporum</i>	406	A B
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	291	B C
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	251	C
5 <i>Glomus tortuosum</i>	212	C
8 <i>Glomus</i> sp	155	C D
3 <i>Scutellospora coralloidea</i>	53	D E
1 <i>Gigaspora</i> sp 1	22	D E
10 <i>Gigaspora</i> sp 2	10	E
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	2	E

biología de los hongos micorrízicos, varía según el tipo de hospedero al cual se asocia y los factores del suelo, pueden influenciar de manera directa en la diversidad de los HMA, así como) los niveles de formación de la micorrización y la esporulación (Brundret, et al., 1999). Por ejemplo, los altos niveles de fósforo en el suelo, pueden ser capaces de inhibir la formación de la micorrización e influenciar la diversidad de los HMA en condiciones de campo. Otros factores que pueden influenciar su diversidad son el pH, y la materia orgánica, así como las condiciones climáticas (temperatura y humedad) en el suelo. Por tanto, en el presente estudio, se presentan variaciones en el número de esporas presentes en el suelo, en las diferentes épocas del año, presentando un mayor número de esporas para *Acaulospora spinosa*, *Glomus geosporum* y *Glomus constrictum*, en la época de principios de lluvias (4 de junio). Los valores más altos de número de especies se presentan en el primer muestreo (10 de febrero) que es la época franca de sequía.

La tabla 3 nos muestra a *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum*, como las especies más numerosas y *Scutellospora*

TABLA 4. Porcentaje de materia orgánica y total de esporas de HMA, en huerto bajo manejos: orgánico y convencional, durante el ciclo de producción 2005, en Uruapan Mich.

Fechas	Manejo Orgánico		Manejo Convencional	
	% de MO	Total esporas de HMA	% de MO	Total esporas de HMA
10 Febrero	7.90	6,159	3.74	3,761
4 Junio	10.07	10,052	4.90	3,847
4 Octubre	6.69	8,650	3.95	2,020

verrucosa y *Gigaspora* sp. como las menos abundantes, en ambos tipos de manejo (orgánico y convencional).

El efecto más conspicuo entre los dos sistemas de cultivo, concierne a la abundancia de esporas de HMA que no pertenecen al género *Glomus*. Muchas de estas especies parecen preferir o se restringen al manejo orgánico. Esto fue el caso de *Scutellospora coralloidea*, *Acaulospora spinosa* y *Acaulospora scrobiculata*. En estudios previos se indican una tendencia hacia el incremento de HMA pertenecientes al género *Acaulospora*, *Scutellospora* y *Entrophospora*, en sitios en donde se reduce la labranza por periodos largos de tiempo (Jansa *et al.*, 2002). Nuestro estudio complementa estos resultados, indicando que al reducirse la labranza en huertas orgánicas, se incrementa la abundancia de los géneros y de las especies de HMA en las huertas con manejo orgánico. Nuestros resultados indican que algunas especies de HMA, especialmente *Acaulospora*, encontró un nicho ecológico en el suelo de los sistemas de cultivo orgánico y esto puede estar relacionado con las características del suelo, el cual presenta bajos niveles de P (Oehl *et al.*, 2002). Nuestra hipótesis es que estas especies de HMA son funcionalmente importantes para los ecosistemas naturales y las huertas sustentables de bajos insumos.

Materia orgánica y Abundancia de HMA

Los resultados del total de esporas y el porcentaje de materia orgánica,

nos indican una correlación alta entre un número de esporas, con altas proporciones de materia orgánica, para Huertas de Manejo Orgánico, en las 3 épocas del año (Tabla 4 y Figura 2). Por tanto, existe reciclaje de nutrimentos y minerales debido al incremento en el suelo de la actividad biológica, inducida por la materia orgánica. Se ha reportado también, que los consorcios de HMA aislados de los Huertos orgánicos son más efectivos como promotores del crecimiento vegetal, bajo condiciones de

baja disponibilidad de nutrimentos que los consorcios aislados de Huertos convencionales (Scullion *et al.*, 1998). Sin embargo, la baja fertilización de los suelos, ha sido empleada para seleccionar las cepas de HMA que son mutualistas inferiores (Johnson, 1993). Por tanto aislar especies, de HMA de Huertos con diferentes tratamientos, se considera un reto, con el objeto de comprobar su eficiencia en la promoción del crecimiento vegetal bajo condiciones de bajas cantidades de nutrimentos y tener a largo plazo un manejo de agroecosistemas más ecológico y mas sustentable, que nos de resultados de cultivos satisfactorios.

Indices de Diversidad

Los resultados de diversidad, calculados para los resultados de los conteos de los muestreos segundo (10 febrero), tercero (4 junio) y cuarto (4 octubre), se

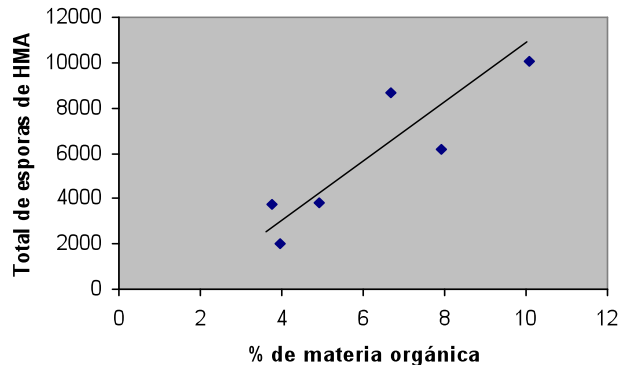


FIGURA 2. Materia Orgánica y el total de HMA, en huertos bajo manejo: convencional y orgánico, 2005.

TABLA 5. Índices de diversidad de Shannon Wiener (H) de las esporas de HMA, en los manejos de aguacate: convencional y orgánico (muestreos: 10 febrero, 4 junio y 4 de octubre de 2005).

ESP	MUESTREO (10-feb)		MUESTREO (4-jun)		MUESTREO (4-oct)	
	CONV.	ORG.	CONV.	ORG.	CONV.	ORG.
1	1.5607	0.69315	1.0397	0	2.3026	2.164
2	2.1945	2.7798	2.1787	2.4345	2.5208	2.781
3	2.6676	2.4071	2.8819	2.3752	2.7048	2.7233
4	2.3707	2.729	2.4817	2.661	2.5917	2.9544
5	2.8426	2.7132	2.8925	2.2327	2.7765	2.9393
6	2.9192	2.8701	2.8408	2.5617	2.8387	2.956
7	1.753	0	1.7375	1.3043	2.9422	2.9051
8	2.6794	2.6699	2.7043	2.2955	2.3057	2.8942
9	1.5182	2.8822	1.3209	1.3539	2.2316	2.527
10	2.2784	2.1938	2.2308	1.9132	2.4689	2.76047

muestran en la Tabla 5.

Los resultados del Tabla 5, parcialmente son coincidentes con los valores obtenidos por González, 2005, que observó como los índices de diversidad fueron siempre más altos para el bosque (2.1711) con mayor cantidad de materia orgánica, que para la huerta de aguacate (1.5242) de Jujucato, Salvador Escalante Mich., independiente de la época de muestreo. Sin embargo, en nuestros resultados, para estos tres muestreos, los valores oscilan entre 2.0721 del segundo muestreo a 2.6645 del tercer muestreo. Igualmente 2.2892 en el manejo orgánico a 2.3592 del manejo convencional, lo cual en términos generales para este trabajo, nos indica que se obtuvo una mayor

diversidad en las especies de HMA, en Huertos de manejo convencional, como se manifiesta en la Tabla 6.

Así, la Tabla 6 y 7 muestra que estadísticamente solo los menores índices de diversidad, se obtuvieron con las especies *Glomus constrictum* y *Gigaspora sp 1*, ya que las otras ocho especies sus índices se ubicaron en un rango de 1.9723 (*Acaulospora scrobiculata*) a 2.8311 (*Glomus geosporum*)

TABLA 6. Promedios de los índices de Shannon Wiener, en los manejos: convencional y orgánico, en tres muestreos de 2005.

MANEJO	MUESTREOS 2005			PROMEDIO
	(10 feb)	(4 jun)	(4 oct)	
Convencional	2.2784	2.2309	2.5684	2.3592
Orgánico	2.1938	1.9132	2.7605	2.2892
PROMEDIO	2.2361	2.0721	2.6645	2.3242

TABLA 7. Prueba de Tukey (5 %) de los índices de Shannon Wiener (H) de las diez especies de HMA identificadas en tres muestreos de 2005.

Especies	MEDIA
6 <i>Glomus geosporum</i>	2.8311 A
5 <i>Glomus tortuosum</i>	2.7328 A
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	2.6314 A B
3 <i>Scutellospora coralloidea</i>	2.6267 A B
8 <i>Glomus sp</i>	2.5915 A B
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	2.4815 A B
10 <i>Gigaspora sp 2</i>	2.3076 A B
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	1.9723 A B C
7 <i>Glomus constrictum</i>	1.7737 B C
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	1.2934 C

CONCLUSIONES

El nivel medio de materia orgánica (7.8%) para el manejo orgánico del aguacate, supera al nivel bajo (3.8%) del manejo convencional y se correlaciona directamente con el número de esporas de HMA.

La abundancia de esporas de HMA fue mayor en 62 % en manejo orgánico, respecto al manejo convencional, siendo *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum*, las especies más numerosas y *Scutellospora verrucosa* y *Gigaspora sp* las menos abundantes.

Las esporas de las especies de HMA, en ambos manejos de aguacate, indican alta diversidad, no así entre los manejos.

Los menores índices, se muestran con *Glomus constrictum* y *Gigaspora sp 1*

REFERENCIAS

Aguirre, T. J. A., 2001. Exploración e identificación de hongos micorrízicos vesículo arbusculares (MVA) de aguacate *Persea americana* Mill. en la huerta los Tumines, municipio de Salvador Escalante, Mich. Tesis Profesional, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH.

- Barea, J. M., P. y Jeffries (1995). Arbuscular mycorrhizas in sustainable spil-plant systems. In: Varma A. Hock B (eds) Mycorrhiza. Springer, Berlin Heidelberg. New York. Pp 521- 560.
- Brundrett M. C., Abbott L. K. y Jasper D. A. 1999. Glomalean mycorrhizal fungi from tropical Australia I. Comparison of the effectiveness and specificity of different isolation procedures. *Mycorrhiza* 8:305-314.
- Castellanos J. Z., Uvalle B. J. X. y Aguilar S. A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición.
- Clapp, J. P., J.P.W. Young, J.W. Merryweather y A.H. Fitter (1995). Diversity of fungal symbionts in arbuscular mycorrhizae from a natural community. *New Phytol.* 87: 259.265.
- Douds, D.D. y P. Milner (1999). Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environm.* 74: 77-93
- Franke- Snyder, M., D.D. Douds, L. Galvez., J.G. Phillips, P. Wagoner, L. Drinkwater y J.B. Morton (2001). Diversity of communities od arbuscular mycorrhiza (AM) fungi present in conventional versus low-input agricultural sites in eastern Pennsylvania, USA. *Appl. Soil. Ecol.* 16:35-4.
- Guerrero I. J. L., 1995. Identificación y propagación de hongos micorrízicos vesículoarbuscular (VA) en el cultivo del aguacate *Persea americana* Mill. Tesis Profesional, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH.
- 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 en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología, UMSNH.
- Hass, J. H. y J. A. Menge. 1990. VA-mycorrhizal fungi and soil characteristics in avocado (*Persea americana* Mill.) orchard soils. *Plant and Soil* 127: pp 207-212.
- Helgason, T., T.J. Daniell, R. Husband, A. Fitter y J.P.W. Young (1998) Ploughing up the wood-wide web? *Nature* 384:431-431.

- Jansa, J., A. Mozafar., T. Anken, R. Ruh, I.R. Sanders y E. Frossard (2002). Diversity and structure of AMF communities as effected by tillage in a temperate soil. *Mycorrhiza* 12: 225-234.
- Johnson, N.C. (1993). Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecol. Appl.* 3: 749-757.
- Lara, Ch. B. N., 2004. Exploración de Hongos Micorrizicos Vesiculo-Arbusculares en el cultivo del aguacate en el estado de Michoacán. IV Symposium Nacional y II Symposium Iberoamericano de la Simbiosis Micorrízica. Morelia Mich. Mex.
- Lee, P.J. y R.E. Koske (1994). *Gigaspora gigantea*: seasonal abundance and ageing of spores in a sand dune. *Mycol. Res.* 98: 453-357.
- Mäder, P., A. Fließbach, D. Dubois, L., Gunst, P. Fried y U. Niggli (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697
- Merryweather, J. y A. Fitter (1998). The arbuscular mycorrhizal fungi of *Hyacinthoides non-scripta* I. Diversity of fungal taxa. *New Phytol.* 138: 117-129.
- Oehl, F., H.U. Tagmann, A. Oberson, J.M. Besson, D. Dubois, P. Mäder, H.R. Roth y E. Frossard (2002). Phosphorus budget and phosphorus availability in soils under organic and conventional farming. *Nutr. Cyl. Agroecosystem.* 62: 25-35.
- Oehl, F., E. Sieverding, K. Ineichen, P. Mäder y T. T. Boller, y A. Wiemken (2003). Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of Central Europe. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 2816-2824.
- Oehl, F., E. Sieverding, P. Mäder, D. Dubois, K. Ineichen, T. Boller y A. Weimken (2004). Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia* 138: 574-583.
- Schenk, N.C. y Pérez, Y. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Synergistic Publications, Gainesville, Fla.
- Scullion, J. W.R. Eason., y E.P. Scott (1998). The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. *Plant Soil* 204: 243.254.
- Sieverding, E. (1989) Ecology of VAM fungi in tropical agrosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 29: 369-390.
- Smith, S.E. y D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*, 2nd ed. Academic Press Ltd., London, England.
- Stevenson, F. J., 1994. Humus chemistry: genesis, composition, and reactions. John Wiley and Sons, Second Edition. (Ed.) New York. 496 p.
- Van der Heijden, M.G.A., J.N. Klironomos, M. Ursic, P. Motouglis, R. Streiwolf-Engel, R. Boller.. Wiemkem, Boller, T., A. Wiemkem y A. Sanders. (1998). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity ecosystems variability and productivity. *Nature* 396: 69.72