

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO
AGROPECUARIAS Y PESQUERAS



**EVALUACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y DE
MICROORGANISMOS EN SUELOS DE HUERTOS DE
AGUACATE *Persea americana* Mill. EN URUAPAN MICH.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

PRESENTA.

SALVADOR AGUIRRE PALEO

TUTORA: Dra. Yazmín Carreón Abud
CO TUTOR: Dr. Juan Diego García Paredes
ASESORA: Dra. Lucía Varela Fregoso

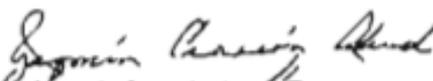
Topic. Nayarit, México Febrero del 2008

M. C. Francisco de Jesús Caro Velarde
Coordinador del Posgrado en Ciencias
Biológico Agropecuarias y Pesqueras,
de la Universidad Autónoma de Nayarit
Presente

Los que suscribimos el presente documento, integrantes del Consejo Tutorial del alumno de Posgrado Salvador Aguirre Paleo, declaramos que hemos revisado en contenido y forma la Tesis "Evaluación de la materia orgánica y de microorganismos en suelos de huertos de aguacate *Persea americana* Mill. En Uruapan Mich.", la cual, en nuestra opinión cumple como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, en el área de Ciencia Agrícolas.

Uruapan Mich., a 17 de Enero de 2008

EL COMITÉ TUTORIAL


Dra. Yazmín Carreón Abud (Tutora)


Dr. Juan Diego García Paredes (Co Tutor)


Dra. Licia Varela Fregoso (Asesora)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CRAP/05/08

Tepic, Nayarit., 21 de Enero de 2008

C. ING. ALFREDO GONZÁLEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN DE ESCOLAR
PRESENTE

En base al oficio de fecha 17 de enero del presente año, enviado por los CC. Dra. Yazmin Corredón Abud, Dr. Juan Diego García Paredes, Dra. Lucía Varela Fregosa, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con los establecidos en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, se está autorizando de nuestra parte que el **C. SALVADOR AGUIRRE PALEO**, continúe ante ustedes con los trámites necesarios para que sea autorizada la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias del citado estudiante.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"


M. EN C. FRANCISCO DE JESÚS CARÓ VELARDE
COORDINADOR DEL POSGRADO CHAP



C. c. p.- Archivo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Nayarit, Área de Ciencias Biológicas Agropecuarias y Pesqueras, Unidad Académica de Agricultura y de manera especial al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras, por todo el apoyo otorgado de su parte.

A la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por las facilidades brindadas para la conclusión de este trabajo.

A la Dra. Marla Ercelia Angel Palomares, Directora de la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", por la motivación inicial y en todo momento, para hacer realidad que con mejoras en la calidad de su personal académico, sea posible contribuir a elevar el nivel de competencia de dicha dependencia universitaria.

A la Dra. Yazmín Carreón Abud, por todo el acompañamiento, dedicación y motivación para mi persona, desde que surgió la idea de aspirar a un posgrado, lo cual me ha permitido aprender de su profesionalismo y conservar con respeto su amistad.

A la Dra. Lucía Varela Fragoso, por el invaluable apoyo de su parte, su gran capacidad de compartir sus conocimientos, sin reserva alguna, tan solo para impulsar a otros al crecimiento profesional y al desarrollo humano de quien acepta que en la sencillez está lo valioso.

Al Dr. Juan Diego García Paredes, por todas las atenciones mostradas de su parte, siempre para sugerir con su experiencia, los detalles que en su conjunto han permitido mejorar la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

A mi esposa, la Señora Teresa Rangel Romero, por todo el apoyo moral que siempre me ha dado, para continuar mi superación integral.

A mis hijos, Amira, Astrid y Juan Salvador, quienes siempre serán motivo de consideración para buscar la superación de toda la Familia.

A mi Señora Madre, Rita Paleo Barajas, porque los mejores regalos que pueden dar los hijos a sus padres, es simplemente, cada vez ser mejores individuos.

A mis alumnos, de todos los tiempos, porque si bien es cierto que el alumno debe superar al maestro, al menos el maestro debe intentar alcanzarle.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
Justificación.	3
Hipótesis.	3
Objetivo General.	3
Objetivos Específicos.	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 Conceptos de agricultura: sustentable, ecológica y orgánica	5
2.2. Trabajos en aguacate bajo manejo convencional y manejo orgánico	6
2.3. Materia orgánica.	8
2.4. Hongos micorrizicos arbusculares.	13
2.5. Microorganismos del suelo (unidades formadoras de colonia de bacterias).	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Descripción del área de muestreo.	24
3.2. Determinación de materia orgánica.	26

3.3. Cuantificación de unidades formadoras de colonias de bacterias.	26
3.4. Cuento de hongos micorrizico arbusculares.	27
3.5. Análisis estadísticos.	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Materia orgánica.	31
4.2. Unidades formadoras de colonias de bacterias (UFC).	33
4.3. Hongos micorrizico arbusculares.	34
V. CONCLUSIONES	56
VI. LITERATURA CITADA	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.		Página
1	Porcentaje de materia orgánica durante el ciclo de producción (2004-2005) de aguacate bajo manejos: orgánico y convencional.	31
2	Análisis de varianza de los porcentajes de materia orgánica, durante el ciclo de producción 2004-2005, en aguacate bajo manejos: orgánico y convencional.	31
3	Cuenta total microbiana (UFC/g x 10 ⁶) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional	33
4	Análisis de varianza de la cuenta total microbiana (UFC/g x 10 ⁶) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional	33
5	Ordenes, Familias, Géneros y especies de HMA identificados	34
6	Número de esporas en los manejos de huertos de aguacate convencional y orgánico, y especies de HMA encontradas en tres conteos, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 23 septiembre 2004)	37
7	Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y no. de veces de conteo, (muestreo 23 sept 2004).	38
8	Prueba de Tukey (5 %) de las especies de HMA, (muestreo 23 septiembre 2004)	38
9	Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 10 febrero 2005).	40
10	Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 10 febrero 2005).	41

11	Prueba de Tukey (5%) de las especies de HMA, (muestreo 10 febrero 2005).	42
12	Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 4 junio 2005).	44
13	Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el No. de veces de conteo, (muestreo 4 junio 2005).	45
14	Prueba de Tukey (5%) de las especies de HMA, (muestreo 4 junio 2005).	46
15	Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 4 octubre 2005).	48
16	Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, (muestreo 4 octubre 2005).	49
17	Prueba de Tukey (5%) de las especies de HMA, (muestreo 4 octubre 2005). 50	50
18	Concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.	51
19	Análisis de varianza del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005	51
20	Prueba de Tukey (5 %) del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.	52
21	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).	53
22	Promedios de los Indices de Shannon Wiener, en los manejos: convencional y orgánico, en tres muestreos de 2005.	54

23	Tabla 22. Análisis de varianza de los Índices de Diversidad Shannon Wiener (H) de los periodos de muestreo, tipos de manejo y especies de HMA	54
24	Tabla 23 Prueba de Tukey (5 %) de los Indices de Shannon Wiener (H) de las diez especies de HMA identificadas en tres muestreos de 2005	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. No.		Página
1	Localización de los huertos de aguacate: "Las Piedras" (manejo orgánico) y "El Parque" (manejo convencional), al noroeste de la Ciudad de Uruapan Mich.	25
2	Esporas de las especies de HMA encontradas en ambos tipos de manejo de suelos de aguacate (convencional y orgánico) en Uruapan Mich.	36
3	Número de esporas en los tipos de manejos de huertos: convencional y orgánico (muestreo 23 septiembre 2004).	39
4	Número de esporas en los tipos de manejos de huertos: convencional y orgánico (muestreo 10 febrero 2005)	43
5	Número de esporas en los tipos de manejos de huertos: convencional y orgánico (muestreo 4 junio 2005)	47

RESUMEN

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, que registra 8,150 ha con manejo orgánico, en las que de manera similar al manejo convencional, carecen de estudios de evaluaciones de los cambios dinámicos del suelo, por el predominio de los empirismos en ambos sistemas productivos dada la necesidad inmediata de producción para la comercialización. Con la hipótesis "Los contenidos de materia orgánica, de Hongos Micorrizico Arbusculares HMA y de Unidades Formadoras de Colonia de bacterias UFC, se encuentran en mayor cantidad en suelos bajo manejo orgánico del cultivo del aguacate, respecto al manejo convencional", se persiguieron como objetivos: evaluar el contenido de materia orgánica y de UFC de bacterias, en dos ciclos de producción y cuantificar la presencia, abundancia y diversidad de HMA, en manejos: convencional y orgánico de aguacate. Se realizaron ocho muestreos de suelo, durante dos años de producción, determinando porcentaje de materia orgánica, UFC y en cuatro de ellos, número de esporas de diez especies de HMA, los resultados muestran que el promedio de la materia orgánica para el manejo orgánico del aguacate fue de 7.75 % (nivel medio), superior a 3.77 % (nivel bajo) en el manejo convencional, no así en UFC/g con promedio de 564.0×10^8 para el manejo convencional, superior a 28.9×10^8 UFC/g en el manejo orgánico. El número de esporas de HMA fue mayor en un 62 % en promedio, en el manejo orgánico, respecto al convencional, las especies *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum*, fueron las más abundantes, con promedio general de 408 y 323 esporas respectivamente. En cambio, *Scutelospora varrucosa* y *Gigaspora* sp 1 fueron las menos numerosas, con promedio general de 4 y 9 esporas respectivamente, durante los cuatro periodos muestreados. Los valores promedio de 2.3242, de los Índices de diversidad de Shannon Wiener (H) de esporas de HMA, indican alta diversidad. Entre los índices (H), en los manejos de aguacate, convencional y orgánico, no hay diferencias en diversidad de esporas. Sin embargo entre las tres fechas de muestreos, sobresale el índice 2.0645, correspondiente al cuarto muestreo. Las especies que obtuvieron los menores índices de diversidad fueron *Glomus constrictum* (1.7737) y *Gigaspora* sp 1 (1.2934).

SUMMARY

Avocado national production in Mexico is leaded by the state of Michoacan with 85.85 % of the total production. In this mexican state, 6 150 ha of avocado orchards are currently considered under organic management. However, studies on soil dynamics in these orchards are as poor as in those conventionaly managed. The aim of this work was to evaluate the content of organic matter and CFU within two cycles of production as well as to quantify the presence, abundance and diversity of AMF. In order to accomplish such objectives, samples were taken every three months from November 2003 and along two consecutive years of production. Eight soil samplings were obtained. Organic matter and CFU analysis were developed for the eight samplings, while spore number of 10 AMF species were determined on samples of four samplings. Mean organic matter on soil from organic managed orchards was 7.75 % (medium level), higher than mean organic matter found on soil from orchards under conventional management (3.77 %: low level). While CFU were 10.5 times greater on conventionally managed soils (564×10^6 CFU) as compared to soil under organic management (29×10^6 CFU). Mean AMF spores in organic managed soils was 62 % higher than in soils under conventional conditions. *Glomus constrictum* and *G. geosporum*, were the most abundant species, with a mean of 408 and 323 spores, respectively. In contrast, *Scutelospora verrucosa* and *Gigaspora* sp 1 were the least abundant, with a mean of 4 and 9 spores, respectively. Shannon Wiener diversity index (H) for AMF spores showed a mean of 2.3242, indicating high diversity among AMF species. H values for spore diversity among the two types of orchard management showed no difference. Nonetheless while comparing soil from three different consecutive sampling dates, H index on October 2005 outstands with 2.8845. Lower H index were obtained for species *G. constrictum* (1.7737) and *Gigaspora* sp 1 (1.2934).

L INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill., se cultiva en los cinco continentes del mundo, pero los principales países productores, en toneladas, son: México 1' 040,300, Indonesia 270 000, Estados Unidos de América 200,000, Brasil 173,000, Colombia con 158,000, República Dominicana 140,000, Chile 135,000, España 135,000 y otros, que en total generan una producción mundial de 3,187,534 ton (Téliz y Marroquín, 2007).

Por ello, nuestro país ostenta el liderazgo como primer productor, consumidor y exportador de aguacate, con 107, 301 ha, principalmente distribuidas en 14 entidades, de las cuales las más importantes en ha, son: Michoacán con 93,125, seguido por Puebla 2,700, Morelos 2500, Nayarit 2,330, estado de México 1800, Guerrero 1000 y otros, que en conjunto apenas concentrarán el 3.58 % de la superficie cultivada en México (Téliz y Marroquín, 2007).

Estas cantidades de la producción y superficie de aguacate en Michoacán, lo ubica en el séptimo lugar en valor de la producción agrícola nacional; el líder mundial en superficie cubierta (29 %) y en producción (48.5 %) y como el primer exportador de este producto, con 140 mil ton/año en fresco y un valor de la exportación de aguacate procesado del orden de 70.7 millones de dólares, siendo sus principales mercados EE.UU., Japón, Europa y Centro América (Aguirre y Bárcenas, 2005).

En 2004, el aguacate contribuyó con 36 % del valor total de la producción agrícola de Michoacán y con 89 % del valor de la producción de las principales frutas del estado, con una tasa promedio anual de crecimiento del 5 % en valor de la producción en términos reales, durante el periodo 1994 a 2004 (Sánchez, 2007).

Pero también es del dominio público el significativo impacto ambiental que genera principalmente el eslabón de la producción del cultivo por el modelo productivo convencional imperante. Afortunadamente, esto ha sido motivo de

sensibilidad por parte de algunos productores, lo cual ha traído a partir de la segunda mitad de la década de los noventas, la inquietud por cambiar parcial o totalmente a esquemas de producción orgánica del aguacate, a ello se ha sumado favorablemente la demanda de mercados preocupados por distribuir entre sus consumidores, aguacate producido bajo tecnologías de insumos orgánicos (Bárceñas y Aguirre, 2005).

En 1998 en México se tenían certificadas solo 307 ha de aguacate bajo el modelo orgánico. Actualmente, en el 2007 se registran 8,150 ha certificadas de aguacate orgánico y de conversión hacia este esquema de producción, de las cuales 91 % se ubican en Michoacán, 6 % en Nayarit, 2 % en Puebla y 1 % en Veracruz. Así mismo, Michoacán cuenta con 28 empaques certificados, 2 empresas de corte y 1 "guacamolera" para la industrialización del aguacate orgánico (Gioanetto, 2005).

Pero de manera similar al manejo convencional del aguacate, se carece de registros de evaluaciones de los posibles cambios que estén ocurriendo en los suelos con esta modalidad de trabajo, debido a que en la producción tanto orgánica y convencional, han predominado diversos empirismos, por las necesidades inmediatas de las prácticas cotidianas en el cultivo para fines solo productivos y comerciales.

Las modalidades de manejo convencional y manejo orgánico del aguacate en Michoacán, tienen en común el uso de estrategias de manejo particulares para mantener y/o aumentar la fertilidad del suelo y por consiguiente la nutrición del árbol, sin embargo desconocen y subestiman el comportamiento e impacto sobre las poblaciones de microorganismos del suelo.

Lo anterior plantea la necesidad de iniciar trabajos de investigación tendientes a obtener respuestas a las bases del manejo orgánico del aguacate, de tal manera que la información a generar permita dar confianza a los productores

de las posibles ventajas, al aplicar estas tecnologías sustentables en dicho cultivo rentable económicamente, pero criticable ambientalmente.

Justificación

Generar el conocimiento de la dinámica de microorganismos y los contenidos de materia orgánica, sobre todo en huertos de aguacate bajo manejo orgánico, permitirá no solo demostrar posibles diferencias respecto al manejo convencional, sino que además propiciará en el mediano plazo, contar con la información elemental del manejo nutricional en el suelo para el aguacate bajo esta modalidad de producción, para la toma de decisiones para la producción sustentable del aguacate. De esta manera, será posible contribuir a reducir el sinnúmero de empirismos que se vienen propiciando en la creciente producción de aguacate bajo manejo orgánico

Hipótesis.

Los contenidos de materia orgánica, de Hongos Micorrízico Arbusculares HMA y de Unidades Formadoras de Colonia de bacterias UFC, se encuentran en mayor cantidad en suelos bajo manejo orgánico del cultivo del aguacate, respecto al manejo convencional.

Objetivos:

General

Determinar diferencias en la cantidad de materia orgánica, de Hongos Micorrízico Arbusculares HMA y de Unidades Formadoras de Colonias de bacterias del suelo, en huertos de aguacate bajo manejo orgánico, respecto al manejo convencional.

Específicos

1. Evaluar el contenido de materia orgánica en huerto de aguacate con manejo orgánico y manejo convencional, durante dos ciclos de producción.

2. Cuantificar la presencia, abundancia y diversidad de Hongos Micorrizico Arbusculares (HMA) y de unidades formadoras de colonia (UFC) de bacterias, en relación con ambos tipos de manejo de los huertos de aguacate.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conceptos de agricultura: sustentable, ecológica y orgánica.

Barnet *et al.* (1999) citan que la agricultura sostenible se refiere a la habilidad de los sistemas agrícolas para permanecer productivos en el largo plazo. Así, la sustentabilidad es el resultado de la relación entre tecnologías, insumos y manejo, usados sobre una base de recurso particular dentro de un contexto socioeconómico dado, por lo cual reconoce tres aspectos de los sistemas: espacio, tiempo y dimensión.

IFOAM, (2000) define la agricultura ecológica como un sistema de producción que evita o excluye en gran medida la utilización de fertilizantes compuestos sintéticos, plaguicidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación del ganado. En la mayor medida de lo posible, los sistemas en agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la productividad del suelo y su estructura, la aportación de nutrientes a las plantas y el control de los insectos, malas hierbas y otras plagas, en la rotación de los cultivos, los residuos de los cultivos, los abonos animales, las leguminosas, los abonos verdes, la utilización de residuos orgánicos producidos fuera de la finca, y determinados aspectos del control biológico de plagas.

Lumpkin, (2002) menciona que en el mundo se utilizan unos decenas de nombres para lo que en inglés llamamos agricultura orgánica, los más conocidos son, agricultura biológica, agricultura regenerativa, agricultura biodinámica y agricultura sostenible. Hay muy poca diferencia entre ellos. Orgánico y biológico en el Reino Unido significan lo mismo y son intercambiables. Biológico es un término más utilizado en la Europa continental; en Gran Bretaña y en los Estados Unidos se han inclinado de manera reciente por el término orgánico.

ASERCA, SAGARPA, (2005) cita que la FAO, define a la agricultura orgánica como un sistema holístico de producción que fomenta y mejora la salud del agro

sistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y sobre todo la actividad biológica del suelo. Aplica un conjunto de sistemas y tecnologías que permitan de manera sustentable, con alta calidad y una productividad competitiva.

Larios *et al.* (2007) sostienen que la producción orgánica es una alternativa con futuro, ya que los altos niveles de contaminación en nuestro entorno natural, sobretudo por el abuso excesivo de agroquímicos, nos induce a esquemas de producción de alimentos con el mínimo riesgo de contenidos nocivos para la salud humana. Además, de la urgencia de reciclar nuestros desechos, se coincide globalmente en la necesidad de: actuar en la protección ambiental, en la agricultura en equilibrio, en el uso de alternativas factibles con el productor, en diversificar la producción en un sistema sostenible, en mejorar la cultura tecnológica y económica y en considerar al hombre como un sujeto (no objeto) del desarrollo.

2.2. Trabajos en aguacate bajo manejo convencional y manejo orgánico.

Barrera y Sánchez, (2002) clasificaron a la cadena productiva del aguacate en Michoacán, en la categoría de sostenimiento, porque su potencial de mercado es elevado, pero su competitividad es baja, debido a la variable ambiental, es decir a los impactos en degradación, contaminación, biodiversidad, consumo de energía y eficiencia en el uso del agua.

Vaca, (2002) al evaluar poblaciones y distribución a diferentes profundidades de muestreo en suelo, de Microartrópodos y Enchytreidos en dos huertos de aguacate (orgánico y convencional) y bosque de *Pinus spp.*, encontró poblaciones de *Collembola* los cuales constituyeron 95 % del total de la fauna de microartrópodos, 80 % distribuidos en el estrato hojarasca a 5 cm de profundidad. El bosque fue significativamente superior en biodiversidad que los huertos orgánico y convencional, la población y el número de familias fueron mayores en el bosque, seguidas por el huerto orgánico y por último el convencional.

García, (2003) al referirse a los aspectos técnicos y ambientales del aguacate bajo manejo orgánico, destaca la gestión y mantenimiento perdurable de la fertilidad, con aportaciones de materia orgánica. Además de considerar "determinaciones enzimáticas", que representan del 1 al 2 % de la materia orgánica total, como indicadores de poblaciones microbianas en el suelo, incluye parámetros de abundancia, diversidad y actividad de la fauna edáfica.

García, (2003), al describir los aspectos técnicos, sociales y ambientales del cultivo de 364 ha de aguacate ecológico en Andalucía, destacan que les ha implicado importantes restricciones en la utilización de fertilizantes y fitosanitarios y la utilización de otras prácticas de cultivo, sobre todo la no contaminación con sustancias como los nitratos o herbicidas, favoreciendo un mayor aumento de diversidad en las fincas con la presencia de flora y fauna silvestre. Así mismo, las técnicas de cultivo como el manejo del estrato herbáceo, las necesidades del cultivo de nutrientes como el nitrógeno y el potasio, y los oligoelementos carenciales como el hierro, el cinc y el boro, son soluciones que se han apegado a las pautas establecidas en el Reglamento Europeo 2092/91.

Sánchez, (2005) evaluó indicadores químicos, físicos y biológicos de la calidad de suelos bajo manejo integrado y bajo manejo orgánico de aguacate y de un ecosistema natural (bosque) vecino al huerto, a través de muestreos de suelo periódicos a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm), durante dos años, en los que midió indicadores de la calidad del suelo y su impacto en la producción de aguacate, y concluyó que, no hubo diferencias en el contenido de NH_4^+ y NO_3^- ; sus mayores contenidos se registran en marzo y el menor en julio, el porcentaje de humedad del suelo varía en el año (julio, agosto y septiembre cuando está más húmedo); el pH fue más alto en el manejo integrado que en el orgánico y el bosque, también es mayor al inicio de lluvias hasta septiembre; el mayor % de N total en hojas y fruto, la mayor concentración de NO_3^- en peciolo y unidades SPAD (Análisis del Desarrollo Planta Suelo) se obtuvieron en manejo integrado; el cambio de uso de suelo de bosque a

manejo orgánico y/o integrado altera las propiedades físicas del mismo (Incremento de la densidad aparente, disminución de humedad, menor agregación y mayor resistencia a la penetración); existen diferencias entre los tipos de manejo de los huertos para los indicadores de calidad del fruto: contenido de aceite, firmeza a la madurez, color verde y amarillo al corte, luminosidad y color amarillo a la madurez y contenido de materia seca. Aún cuando los rendimientos son menores en 50 % en huerto orgánico, superan en calidad (física y química) al manejo integrado

Larios *et al.* (2007) citan que durante el proceso de conversión de un sistema convencional con altos insumos a uno de bajos insumos externos, la transición se compone de: 1) eliminación progresiva de insumos químicos, 2) racionalización del uso de agroquímicos mediante manejo integrado de plagas y nutrientes, 3) sustitución de agroquímicos por otros alternativos de baja energía y 4) rediseño diversificado de los sistemas agrícolas con un óptimo equilibrio de cultivos/animales que estimula los sinergismos, de manera que el sistema puede subsidiar su propia fertilidad del suelo, regulación natural de plagas y producción de cultivos. Todo el proceso anterior, se guía para asegurar: a) aumento de la biodiversidad del suelo y la superficie; b) aumento de la producción de biomasa y de materia orgánica del suelo; c) disminución de los niveles de residuos de plaguicidas, pérdida de nutrientes y componentes del agua; d) establecimiento de relaciones funcionales entre los distintos componentes agrícolas y e) óptima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos, así como el uso eficaz de los recursos disponibles al nivel local.

2.3. Materia orgánica.

Rayas *et al.* (1995) al probar la composta de champiñones, en 12 selecciones y dos variedades de aguacate, en el estado de México, en dos aplicaciones anuales (35 y 50 kg/árbol) y un testigo con fertilizantes químicos, no encontraron diferencias significativas en el tamaño del fruto, sin embargo los frutos de los árboles tratados

con 35 kg/árbol alcanzaron promedios de 378.0 g contra los tratados químicos de 375.17 g, los de 50 kg/árbol de composta, sólo alcanzaron a pesar 358.8 g.

Reyes *et al.* (1997a) destacan que las cubiertas orgánicas proveen la liberación lenta de nitrógeno y otros nutrientes, indicando que el uso de coberturas de compostas de residuos aumentan el contenido de materia orgánica en el suelo, la disponibilidad de fósforo, potasio intercambiable y mejoran la porosidad y capacidad de retención de humedad. Las cubiertas estimulan las poblaciones de microorganismos; algunos de ellos estimulan el crecimiento de la plantas y/o suprimen patógenos que atacan a la raíz.

Chinnos, (1999) recomienda el uso de abono orgánico, a través de compostas en aguacate, debido a que el contenido de nutrientes de éstas, pueden fluctuar ampliamente según el tipo de procedencia del tipo de ganado, del forraje que reciba y el manejo que se le brinde.

Castellanos *et al.* (2000) clasifican a los Andosoles, en función de su porcentaje de materia orgánica, en las siguientes categorías: muy bajo (< 2.0), bajo (2.1 – 3.5), moderadamente bajo (3.6 – 5), medio (5.1 – 8.0), moderadamente alto (8.1 – 12), alto (12.1 – 15.0), y muy alto (> 15.0).

Santacruz, (2001) señala que con el tiempo la materia orgánica del suelo se mineraliza por la acción de los microorganismos, devolviendo al suelo los elementos nutritivos. La reducción de la materia orgánica del suelo lo es en capacidad de humus y disminución de fertilidad. La materia orgánica contribuye a la capacidad de retención de agua en el suelo, estructura del suelo, capacidad de intercambio catiónico y de aire (porosidad). La aplicación de abonos orgánicos es un tanto insuficiente porque los nutrientes fósforo y potasio son liberados lentamente, no cubren las necesidades inmediatas del árbol de aguacate, por lo cual debe considerarse como una inversión a mediano y largo plazo.

Simón, (2001) menciona las ventajas de aplicar compostas en el cultivo del aguacate, respecto a los estiércoles: aportan nutrimentos totalmente asimilables; amortiguan en forma inmediata los efectos del pH; incrementa la biota microbiana benéfica del suelo; formación inmediata de ácidos húmicos, fúlvicos y carboxílicos; ser altamente asimilables, estar aprobadas por la ley de inocuidad y por ser de un manejo más práctico

Cautin y Gandolfo, (2001) citan que en la producción de plantas de aguacate en Chile, se están utilizando abonos orgánicos por considerar que su principal ventaja está en la actividad microbiana asociada al suelo, mejorándose su estructura, variable de interés para el drenaje interno de suelo.

Santacruz y Zavala, (2001) recomiendan en el manejo de huertos de aguacate, considerar programas de aplicación de materia orgánica y de enmiendas que formen el suelo y que no obstaculicen a los coloides inorgánicos.

Almendros *et al.* (2001) evaluaron en laboratorio el efecto de adición de diferentes enmiendas orgánicas (paja de maíz, paja de girasol y dos tipos de estiércol) usando muestras de suelo de un rancho y de un ecosistema vecino virgen, comparando la respuesta a la adición de materia orgánica en ambos sitios, y así determinaron que la magnitud de respuesta al consumo orgánico, depende del estado de degradación del suelo. Por la adición externa como fuente de materia orgánica, la actividad respiratoria del suelo se incrementó en el siguiente orden: paja de girasol - estiércol fresco > paja de maíz > estiércol viejo. El secuestro en el suelo de la materia orgánica agregada, fue superior con gastos de lignocelulosa que con el estiércol viejo. Sin considerar la entrada de lo orgánico, los coeficientes de mineralización evidenciaron la alta biodegradación de la materia orgánica acumulada en lo cultivado, que en el suelo virgen. Los cuatro tipos de entrada de materia orgánica compensaron la acumulación selectiva de coloides húmicos de bajo peso molecular (ácidos fúlvicos).

Barzegar *et al.* (2002) mencionan que la materia orgánica es uno de los principales componentes del suelo, cuyas funciones son de carácter físico, nutricional y biológico; por ello, los suelos agrícolas que se explotan irracionalmente la pierden en poco tiempo; sin embargo, es posible reponerla mediante la adición de compostas, éstas mejoran la estructura del suelo, a través de la interacción de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias húmicas que contienen, y las arcillas del suelo. Así mismo, la acción húmica y biológica, degradan moléculas hidrocarbonadas, para formar materiales húmicos supramoleculares, las cuales, manifestadas como ácidos húmicos y ácidos fúvicos estructurados con grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, mejoran la aireación y capacidad de retención del agua en el suelo y son responsables en buena parte, de la presencia del carbono en la biomasa del suelo.

Almendros, (2004) señala que la materia orgánica del suelo es la principal reserva de carbono del planeta: 3×10^{14} kg. Así, una de las razones para su estudio en el suelo, significa que es fuente de información ambiental y un importante agente activo en el funcionamiento del subsistema edáfico. Por ello, su composición es reflejo de la estructura de sistema trófico y de la evolución de los ecosistemas.

Hernández y López, (2005) al determinar los niveles de materia orgánica (MO), pH y capacidad de intercambio catiónico (CIC), de ocho sitios de municipios productores de aguacate, bajo manejo convencional del estado de Michoacán (Peribán, Salvador Escalante, San Juan Nuevo, Tacámbaro, Tancitaro, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro), los cuales fueron separados por municipios, para tener puntos de referencia y conocer el potencial del suelo, encontraron que de acuerdo con la escala de interpretación de Castellanos *et al.*, (2000): en todos los municipios se tienen valores de MO clasificados desde bajos hasta muy bajos. Aun a pesar de que en Ziracuaretiro, Salvador Escalante y Peribán se encontraron niveles moderadamente bajos, la gran mayoría de sus suelos no logran alcanzar esta categoría. Por su parte, Uruapan y San Juan nuevo son los municipios que menor cantidad de MO manifestaron. Pero si la interpretación de resultados fuera de

acuerdo con Rodríguez (1992), quien especifica que para el aguacate los niveles de MO deben situarse de 2.5 hasta 5 %, sólo San Juan Nuevo y Uruapan mantendrían niveles inferiores a los recomendados y el resto de los municipios estarían en niveles adecuados.

Sánchez, (2005) evaluó en huertos del municipio de Uruapan, Indicadores químicos, físicos y biológicos de la calidad de suelos bajo manejo integrado y bajo manejo orgánico de aguacate y de un ecosistema natural (bosque) vecino a los huertos, a través de muestreos de suelo periódicos a seis profundidades, durante dos años, en los que midió indicadores de la calidad del suelo y su impacto en la producción de aguacate. Respecto a la materia orgánica sus resultados mostraron lo siguiente:

Porcentaje de materia orgánica en análisis de los perfiles realizados en los sitios de muestreo en Timaba, Uruapan Michoacán, 2003 (Adaptado de Sánchez, 2005).

Profundidad cm	% de materia orgánica			Profundidad cm
	Bosque	Convencional	Orgánico	
0-20	13.88	5.22	5.57	0-20
20-43	7.52	6.28	6.83	20-40
43-63	3.45	5.92	5.57	40-60
63-97	3.27	3.80	4.69	60-80
97-123	2.74	3.45	3.98	80-100
> 123	2.39	3.27	3.09	100-120
		1.33	1.33	120-140

El mismo Sánchez, (2005), citando a Pérez, (1988), menciona que en suelos de cenizas volcánicas (Andosoles), existe una alta acumulación de materia orgánica en la capa superficial, lo cual coincide con sus resultados anteriores, además de que en la capacidad de intercambio catiónico CIC, refiere a la capacidad de los suelos de mantener sorbidos a los nutrientes en la superficie de sus coloides edáficos.

depende del tipo de minerales secundarios que componen el suelo y de su contenido de materia orgánica, por lo que a mayor CIC, mayor la fertilidad de un suelo, de tal manera que obtuvo mayor CIC en el huerto con manejo orgánico y en el suelo del bosque, por su mayor cantidad de materia orgánica respecto al huerto de manejo integrado.

Lo anterior es explicado por Hernández *et al.* (2006), como proceso de Andosolización, donde las cenizas volcánicas, al sufrir la alteración del material consolidado, se acelera su intemperización y su transformación es más rápida cuando más finas son las cenizas y su composición química sea más básica, orientándose hacia una acidólisis y complejólisis, debido a la participación de la materia orgánica. Por ello, los compuestos amorfos estabilizan la materia orgánica y la protegen contra la degradación microbiana, provocando su acumulación en el perfil. Esta formación masiva de complejos arcilla-humus amorfos es independiente de la vegetación, y depende exclusivamente de factores climáticos (principalmente la humedad constante), y de las cenizas volcánicas. A su vez los compuestos húmicos estabilizan la evolución de los coloides orgánicos, confiriéndoles estabilidad.

2.4. Hongos micorrízicos arbusculares.

Micorriza o simbiosis micorrizica significa hongo-raíz (gr. *Mykes* = hongo y *Rhizos* = raíces) y se refiere a la asociación que se da entre un grupo particular de hongos y las raíces de las plantas, teniendo como escenario el suelo, donde ambos organismos resultan beneficiados fisiológica y nutrimentalmente. La planta recibe del hongo nutrientes minerales (fósforo, magnesio, calcio, potasio, azufre, hierro, cobre, boro, manganeso y zinc) y agua, y el hongo obtiene de la planta carbohidratos y vitaminas, (Cameón *et al.*, 2007).

Más del 90 % de las comunidades vegetales del planeta, forman micorrizas de manera habitual (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999). Por ello, la micorrización es considerada como la norma en los ambientes naturales, e incluso se dice que las

plantas más que las raíces presentan micorrizas (Hernández *et al.*, 2003). Sin embargo, es necesario que las condiciones medioambientales sean favorables a ambos, ya que el beneficio que aporta el establecimiento de la micorriza a las plantas está determinado por la actividad del micelio externo del hongo, por su capacidad de absorción de los nutrientes del suelo gracias a la extensa red de hifas que el hongo genera, ayudando a la raíz a realizar su función de absorción, sobre todo cuando está ha agotado los nutrientes de la zona del suelo adyacente. (Carreón *et al.*, 2007).

Por ello, las micorrizas tienen un papel fundamental en el desarrollo y mantenimiento de muchos ecosistemas terrestres, destacando la función protectora que ejercen en los cultivos, lo cual da la posibilidad de reducir los fertilizantes y plaguicidas químicos en las plantas, para contribuir a lograr la salud del ecosistema en general. (Carreón *et al.*, 2007). Sin embargo, González, (2004), cita que ha sido poca la investigación sobre la simbiosis arbuscular en nuestro país, en temas de la sustentabilidad de ecosistemas naturales y agrícolas y de la interacción con otros microorganismos del suelo.

De los diferentes tipos de micorrizas, sobresalen las endomicorrizas, las cuales presentan hifas externas que exploran el suelo y penetración de hifas intracelular e intercelularmente, no hay un manto fúngico ni red Hartig. Y de éstas, las endomicorrizas arbusculares, caracterizadas porque el hongo penetra intracelular e intercelularmente y forma arbuscúlos, siendo la forma más común, la vesícula arbuscular. En ello, los hongos involucrados, son Glomeromicetos, que producen estructuras de arbuscúlos, hifas y vesículas dentro de las células del córtex radical y las principales plantas que hospederan son: Briofitas, Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas. Recientemente, los análisis de secuencias de la subunidad del rRNA permitieron la reclasificación de un nuevo *Phylum*: Glomeromycota, en el cual se ubican todos los hongos micorrizogénos arbusculares, el cual se subdivide en cuatro órdenes (*Paraglomerales*, *Archaeosporales*, *Diversisporales* y *Glomerales*), de los

que se han descrito 150 especies. (Schuëler, *et al.*,2001 y Kramadibrata, *et al.*,2000; Carreón *et al.*,2007)

Por otra parte, González-Chávez *et al.* (2004), al revisar la participación de los HMA, en la formación y estabilidad de agregados en el suelo, destaca que los estudios de la participación de la biota del suelo data de los años treinta, tras el concepto de naturaleza jerárquica del desarrollo de los agregados; sin embargo la aportación más importante fue en los ochentas, al considerar a los HMA como contribuyentes mayores en el proceso de agregación. Las evidencias mostraron que su micelio externo participa en el mecanismo de atrapar y enlazar las partículas primarias para el desarrollo de agregados y su estabilidad. Además que la asociación HMA-raíces contribuye a la agregación del suelo, así como el tipo de cultivo y sus prácticas de manejo. Recientemente se descubrió que todos los HMA producen la proteína glomalina, del grupo de glicoproteínas con oligosacáridos que contienen N, proteína que se acumula en las hifas, raíces y en el suelo, fortaleciendo aún más la importancia de la participación de los HMA en la estructura del suelo. Por ello, recomiendan el uso de HMA en las prácticas de conservación de suelos, para minimizar su erosión y mantener la fertilidad, además del aspecto relevante al contribuir en la captura de C en el suelo.

Por lo anterior, a continuación se presenta principalmente la información que se ha generado en torno a los hongos micorrizógeno arbusculares en el cultivo del aguacate:

Hass y Menge, (1990) al caracterizar HMA en suelos de aguacate en California y al comparar las observaciones de la presencia de HMA en raíces de aguacate en Israel, reportan para este último a: *Acaulospora laevis*, *A. trappel*, *Glomus constrictum* *G. fasciculatum*, *G. geosporum*, *G. macrocarpum*, *G. microsporum*, *G. mosseae* y *Sclerocystis sinuosa*, siendo *Gl. geosporum* la especie más común en todos los sitios muestreados. En California, solamente a: *A.*

scrobiculata y *G. constrictum*, *G. fasciculatum*, *G. macrocarpum* y *Sclerocystis sinuosa*.

Guerrero, (1995) en la huerta "La Codorniz" del municipio de Tancitaro Mich., extrajo e identificó las especies de Hongos Micorrizico Arbusculares, en cultivos trampa y encontró las siguientes especies: *Acaulospora* y *Glomus*, con dos especies cada una, *Gigaspora gigantea*, *Glomus alt albidum*, *Glomus geosporum*, *Acaulospora* sp. y *Acaulospora aff scrobiculata*.

Reyes et al. (1997a) mencionan que la micorriza se encuentra asociada en los hábitats naturales donde el aguacate es nativo. Por ello, como tecnología biológica aplicada en el cultivo de *Persea americana* Mill., representa una área de explotación en beneficio del desarrollo del cultivo aun no explotada, debido por una parte a que reduciría el daño al ambiente y a que promovería un enfoque de producción sustentable, pudiendo llegar a representar una estrategia potencial en el desarrollo de este frutal.

Reyes, (1997) evaluó en vivero el efecto de *Glomus* spp. Zac-19, bacterias (R1b) y vermicomposta en el desarrollo de plántulas de aguacate. El sustrato fue una mezcla de suelo agrícola más arena de río (1:1 v/v). Se realizó la evaluación del efecto a los 200 días después del transplante. La altura y diámetro del tallo se favorecieron con los tratamientos de vermicomposta y la actividad del microsimbionte. La asociación entre la micorriza y la bacteria promovió el volumen radical, aún cuando no se apreciaron diferencias considerables en el peso de la raíz. El diámetro del tallo y volumen de la raíz disminuyeron con la presencia de la bacteria y en combinación con vermicomposta y *Glomus* spp. Zac-19.

Aguirre, (2001) en la huerta "Los Tumbes" del municipio de Salvador Escalante Mich., encontró las siguientes especies de Hongos Micorrizicos Arbusculares: *Glomus geosporum*, *Glomus* sps: 1, 2 y 3, *Acaulospora* sp. y *Entrophospora infrequens*. En un segundo muestreo, además de las especies citadas

encontró: *Aceulospora* aff. *foveata* y *Gigaspora* sp. , pero en éste, *Glomus geosporum* aumento el número de esporas

Salazar-García, (2002) cita que: Ginsberg y Avizohar-Hershenson, (1965), mencionan que la acumulación del P y otros nutrientes en los HMA, comúnmente se encuentran asociados a las raíces de árboles de aguacate en condiciones de cultivo; Martín *et al.* (1973) señalan que el poco crecimiento de las plantas jóvenes de aguacate es un problema común en suelos con niveles debajo de lo adecuado de P disponible, así la respuesta a la aplicación moderada de P en estos suelos será mejor cuando las plantas de aguacate posean micorrizas, ya que éstas ayudan a explorar un mayor volumen de suelo para extraer el P disponible. Sin embargo, debido a que las semillas son germinadas en suelos tratados químicamente o los "cajates" son tratados para evitar o controlar enfermedades de la raíz, ocasionando la gradual esterilización del suelo, lo cual destruye sus micorrizas, reduciéndose la absorción de P por las plantas de aguacate; Menge *et al.* (1978) dicen que en los últimos 25 años se les ha dado importancia a las micorrizas porque han mejorado el crecimiento de plantas de aguacate y evaluaron en 1980, la respuesta de plantas de semilla de aguacate "Topa Topa" en vivero a dos tipos de HMA *Glomus fasciculatum* y diferentes niveles de fertilización, en suelo migajón arenoso. El crecimiento de las plantas fue de 49 a 254 % mayor en plantas micorrizadas e incrementaron la concentración foliar de N, P, Cu y Zn. La fertilización con P con micorrizas, incremento sus concentraciones en las hojas, concluyendo que el pobre crecimiento de las plantas de vivero en suelos esterilizados puede ser debido a nutrición deficiente de la planta causada por la destrucción de HMA. También cita que Vidal *et al.* (1992) al adicionar HMA *Glomus fasciculatum* al transferir plántulas de aguacate de las condiciones asépticas *in vitro* a las condiciones de invernadero de mayor crecimiento vegetativo y de raíces, incrementando así la concentración de P, en brotes y raíces y ayudando a reducir el estrés que sufren las plantas por el efecto de trasplante.

Con todo lo anterior, Salazar-García, (2002) señala que no existe información concluyente sobre las ventajas del uso de micorrizas en huertos comerciales de aguacate, sugiriendo que la investigación futura se enfoque a la identificación de cepas de HMA asociadas al aguacate, así como su multiplicación y evaluación en suelos donde se cultiva el aguacate.

Da Siveira *et al.* (2003) evaluaron la influencia de inoculación de seis especies de HMA (*Glomus clarum*, *G. etunicatum*, *G. maniholis*, *Acaulospora scrobiculata*, *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita*) en la nutrición mineral y el contenido de carbohidratos en plantas de vivero de aguacate 'Carmen' *Persea sp.* Se identificó un incremento significativo en la absorción de elementos minerales inducida por los HMA, pero hubo una variación de acuerdo con la especie del hongo y del elemento mineral. En la parte aérea y, en relación a las plantas testigo, las plantas inoculadas con *S. heterogama* presentaron contenido (mg/planta) superiores en N, P, K, Mg, Cu y Zn; las plantas inoculadas con *G. etunicatum* mostraron contenido superiores en N, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn; las plantas inoculadas con *A. scrobiculata* obtuvieron contenido superiores en P, Cu y Zn; y las plantas inoculadas con *G. clarum*, registraron contenido superiores en K, Ca, Cu y Zn. En las raíces, las especies *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *G. clarum* y *A. scrobiculata* calificaron cantidades significativamente superiores a las plantas testigo en P, Cu y Zn. Las especies *G. margarita* y *G. maniholis* no afectaron los niveles de los elementos minerales en las plantas evaluadas. Todas las especies de HMA aumentaron las cantidades de carbohidratos en la parte aérea de las plantas. Las especies *S. heterogama*, *G. etunicatum*, *G. clarum* y *A. scrobiculata*, que, en general han favorecido la elevación de los niveles de los elementos minerales en los plantones de aguacate, propiciaron, en consecuencia, un mayor desarrollo vegetativo. Las especies *G. margarita* y *G. maniholis* además de no afectar los contenidos nutricionales, tampoco incrementaron el desarrollo vegetativo de los plantones.

Mattar *et al.* (2003) inocularon a tres dosis el hongo micorrizogeno *Glomus intraradices* Schenck & Smith, en plantas de vivero de *Persea americana* Mill.

También probaron la fertirrigación tradicional con urea, un fertilizante orgánico (Duetto) y una fertilización foliar (Auxym). Los tratamientos con Duetto se afectaron por un estrés salino provocado por una alta dosis del fertilizante, retardando el desarrollo y altura de las plantas, diámetro del tallo, número de hojas, materia seca aérea y radical. No se observó efecto de la fertilización foliar con Auxym. Los tratamientos testigo + 40 g de inóculo y testigo + 30gr de inóculo obtuvieron los mejores resultados en todas las variables mencionadas, y fueron estadísticamente igual a los tratamientos con fertirrigación. Resultando con los más altos contenidos de N, P, Zn, Cu y Ca foliar, que sólo se les aplicó agua, así un más alto contenido de estos nutrientes sólo se explica por la micorrización de las raíces. El contenido de Mn fue más bajo en estos tratamientos. Los contenidos de K, Fe, Mg y B fueron similares en todos los tratamientos. No se observó un efecto combinado de la inoculación con la fertilización, ya que en el caso de la fertirrigación que se realizó con urea solamente, provoca una disminución de la relación C/N, haciendo las raíces menos susceptibles a la penetración del hongo. Tampoco se observó un efecto rehabilitador de las micorrizas frente al estrés salino. Al observar lo señalado más la prueba de colonización con la tinción del hongo, se concluyó que las plantas efectivamente se inocularon con el hongo y formaron micorrizas. Siendo estadísticamente iguales a los tratamientos fertirrigados se da la posibilidad de reemplazar la fertilización inorgánica por la producción de plantas en forma orgánica.

Martínez y Mattar (2007) evaluaron el comportamiento de plantas de vivero de los portainjertos: Mexicola, Benik, Naval, Thomas, Duke 7 y D9, injertados con la variedad Hass y sin injertar e inoculados con *Glomus intraradices* Shenck & Smith. En el ensayo I, Mexicola presentó mayor absorción de Ca, Mg, Na, Bo, Fe, Cu y cloruros. Nabal concentró mayor cantidad de elementos como K y Mn. Benik mostró alto nivel de N, P y Zn en los análisis foliares. En el ensayo II, Thomas manifestó altos niveles de N, Bo, Fe y Mn. O9 concentró P, K, Zn y S. Duke 7 presentó mayores concentraciones de cloruros, Ca, Mg, Na y Cu. Las variedades sin micorrizas manifestaron menor absorción de N, P y K.

Lara, (2004) en un muestreo al azar de suelo de doce árboles, en tres municipios de la franja aguacatera (Tancitaro, Tingambato y Salvador Escalante), propagando en macetas de poicultivo con cebolla, alfalfa y pasto bahía, encontró las siguientes especies: en Tancitaro a *Acaulospora* aff. *scrobiculata*, *Acaulospora* sp, *Gigaspora gigantea*, *Glomus* aff. *albidum* y *Glomus geosporum*. En Tingambato a *Acaulospora laevis*, *Acaulospora* sp, *Entrophospora* sp, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroides* y *Glomus geosporum* y en Salvador Escalante a *Glomus geosporum*, *Glomus* sp 1, 2 y 3, *Gigaspora* sp, *Acaulospora* sp, *Acaulospora* aff. *foveata* y *Entrophospora infrequens*.

Barceñas *et al.* (2005) al determinar el impacto de cinco mejoradores de suelo (acolchado con residuos del huerto, composta, lombricomposta, ácidos húmicos y estiércol bovino), sobre la diversidad de HMA en un huerto de aguacate. Encontraron diez especies de esporas de HMA de las familias: Acaulosporaceae, Gigasporaceae y Glomeraceae. Las diferencias en el número de esporas de cada especie fue estadísticamente significativa. En cambio, las diferencias entre los tratamientos no resultaron significativas.

González, (2005) comparó la diversidad de HMA de un agroecosistema de aguacate (huerta en Salvador Escalante) y un ecosistema natural (bosque de pino-encino, aleaño) y la posible influencia de propiedades físicas y químicas sobre ésta. Sus resultados mostraron que la riqueza de especies fue mayor en época de lluvias para ambos sistemas (15 especies en la huerta y 14 en el bosque), contra 8 y 11 especies respectivamente en la época seca. La abundancia de esporas en la huerta fue mayor en época de lluvias, pero el análisis de varianza no mostró diferencia significativa. En el bosque, el número de esporas fue muy similar en ambas épocas. Las especies dominantes fueron: *Glomus rubiformis*, *G. viscosum*, *Acaulospora scrobiculata*, *Scutellospora scutata*, *Acaulospora laevis*, *G. geosporum* y *Gigaspora* sp 1. Los índices de diversidad fueron mayores para el bosque en ambas épocas. Con diferencias significativas entre el bosque y la huerta para las dos épocas, atribuyéndose ello al cambio de uso del suelo. El análisis de correspondencia mostró

que las variables humedad, M.O., fósforo, pH y temperatura del suelo son determinantes para la presencia de tres especies: *Acaulospora laevis*, *A. scrobiculata* y *Acaulospora* sp 1.

Bárceñas *et al.* (2008) citan que al conjuntar los trabajos sobre identificación de HMA realizados en 7 huertos de 4 municipios altamente productores de aguacate del estado de Michoacán, durante 1995 a 2005, las especies más comunes fueron: *G. geosporum*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *G. rubiformis*, *S. verrucosa* y *Gigaspora* sp 1. Así, *G. geosporum* se presentó en todos los sitios, en cuatro de ellos con mayor abundancia; en los tres restantes las más abundantes fueron: *G. tortuosum*, *G. rubiformis* y *G. constrictum*. La segunda más abundante fue *G. geosporum* en tres huertos y *G. constrictum* en uno, en tres de ellos no se registró. *A. spinosa*, *A. laevis* y *G. constrictum* aparecen en tercer lugar en abundancia en los cuatro huertos.

Almaraz y Reyes, (2007) al determinar la diversidad de especies de HMA en 7 principales climas en los que se encuentra el cultivo del aguacate en Michoacán, bajo 2 condiciones de humedad (riego y temporal) y 2 épocas (lluvias y seco) y al relacionar la cantidad de materia orgánica y el pH del suelo, con la presencia y abundancia de las diferentes especies de HMA, identificaron 22 especies de los géneros: *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis* y *Scutellospora*, *Glomus*, siendo este último el más común, destacando de él la especie *geosporum*. *Sclerocystis* sp se observó en las lluvias, solo en tres climas. La riqueza de especies de HMA es mayor en la época de lluvias. *Acaulospora* sp domina sobre las demás especies, seguida de *Glomus geosporum*. En estiaje *Scutellospora verrucosa* resultó de mayor valor, seguida de *Glomus geosporum* y *Acaulospora* sp. En lluvias, *Acaulospora* sp mostró mayor valor seguida de *Glomus geosporum*. La diversidad de las especies de HMA fue uniforme en las dos épocas y climas. Solo en la época de lluvias se observaron las especies: *Entrophospora infrequens*, *Acaulospora birreticulata*, *Acaulospora* sp1, *Glomus aff. pustulatum*, *Scutellospora castenea* y *Scutellospora* sp1. El número de esporas de HMA fue mayor en riego en comparación con temporal, debido a que con la humedad aumenta la esporulación de HMA. De manera general en los huertos con

sistema de riego la abundancia fue mayor (52 %), que en los de temporal (48 %). Encontraron nuevas especies, que no habían sido reportadas en el cultivo del aguacate en Michoacán: *Acaulospora scrobiculata* chica, *Acaulospora denticulada*, *Scutellospora aff. calospora*, *Glomus spiraliferum*, *Glomus sinuosum* y *Sclerocystis* sp. Los suelos muestreados fueron Andosoles, que no mostraron relación con el número total de esporas y especies de HMA. La materia orgánica de éstos se clasificó de bajo a medio y es mayor su porcentaje en la época de lluvias.

2.5. Microorganismos del suelo (unidades formadoras de colonia de bacterias).

Reyes, (2004) señala que los organismos del suelo contribuyen a la conservación de la calidad del suelo, ya que controlan la descomposición de materiales animales y vegetales, participan en los ciclos biogeoquímicos, la fijación de nitrógeno y la formación de la estructura del suelo. Por ello, se consideran indicadores potenciales de los agrosistemas, especialmente en la clasificación de sistemas perturbados o contaminados.

González *et al.* (2004), menciona que la función de los microorganismos del suelo en la formación y estabilidad de la estructura del mismo recientemente se reconoce; por ejemplo, en los raíces, en particular en los pelos radicales, las hifas de ciertos hongos exudan polisacáridos y otros compuestos orgánicos formando una maya pegajosa que une a las partículas individuales del suelo y microorganismos para formar macroagregados.

Rodríguez *et al.* (2005) en siete municipios productores de aguacate (Uruapan, Tancitaro, Nvo. Parangaricutiro, Ziracuaretiro, Tacámbaro, Arrio de Rosales y Acutzio), analizaron un total de 34 muestras de suelo en la rizósfera del cultivo, durante noviembre de 2004 hasta agosto de 2005, en las que cuantificaron: densidad bacteriana, humedad y materia orgánica, determinando que: una humedad del suelo mayor al 40 % y menor al 25 % y un contenido de materia orgánica abajo del 2 % no muestran buenas densidades microbianas, la relación entre densidad

microbiana - humedad ~ materia orgánica. También concluyeron que la aplicación de materia orgánica, para que sea efectiva en la nutrición del árbol, debe estar libre de patógenos y composteada.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Descripción del área de muestreo.

El muestreo en suelo se realizó aproximadamente cada tres meses, de noviembre de 2003 a octubre de 2005, tratando de abarcar las cuatro estaciones del año, en los huertos:

1. "Las Piedras", ubicado a 1800 msnm, propiedad del Sr. Carlos Méndez Vega, con un extensión de 40 ha, edad de los árboles de 5 años, manejados orgánicamente desde su establecimiento, en un terreno que en su inicio, se mejoró con aplicaciones de materia orgánica. Se seleccionó el hueso del aguacate criollo, sembrándose 6 huesos por sitio, bajo un trazo de 6 X 12 m en marco real.

En esta huerta, el manejo de las plagas se realiza con un programa específico de control biológico y en ocasiones se utilizan extractos de chicalote e higuera que operan como insecticidas naturales. Las plantas arvenses se cortan en forma manual y se incorporan directamente al cajete. La principal poda que se realiza es de formación, desde el inicio del brote del injerto, para tener un árbol bien dirigido y equilibrado. Posteriormente se hacen las podas de aireación y formación al menos dos veces al año, incorporando los residuos de la poda al cajete.

2. "El Parque", ubicada a 1740 msnm, propiedad del Sr. Antonio Lagunas Ángel, con una extensión de 4 ha, edad de los árboles de 5 años, establecida y manejada convencionalmente, es decir, con fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas que son comunes en la producción de aguacate en Michoacán.

Ambos huertos se localizan al norte de la ciudad de Uruapan, bajo un clima Semicaldo húmedo con abundantes lluvias en verano (A) c (m) (w); en terreno "malpais" o derrame basáltico, con un tipo de suelo Andosol húmico (Fig. 1).



Fig. 1. Localización de los huertos de aguacate: "Las Piedras" (manejo orgánico) y "El Parque" (manejo convencional), al noroeste de la Ciudad de Uruapan Mich.

En ambos huertos se utilizó un tamaño de muestra de seis árboles, que se seleccionaron aleatoriamente pero cuidando uniformidad en tamaño y aspecto del

árbol. La muestra de suelo se realizó a profundidad de 30 cm (donde se desarrollan los 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 del cultivo y doce en total de todo el trabajo. Con las muestras de cada árbol se obtuvo una muestra compuesta para el análisis de materia orgánica y de unidades formadoras de colonias.

3.2. Determinación de materia orgánica.

Se determinó únicamente 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, que consistió en pesar 26 g de la muestra de suelo seco, para someterla a la oxidación del carbono orgánico, para destruir la materia orgánica contenida en la muestra, a través de una mezcla oxidante de 5 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y 10 ml ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), acelerada por el calor de dilución del H_2SO_4 en 50 mL de agua destilada y así acelerar el proceso por el calor de dilución del H_2SO_4 . Con todo ello, fue posible la respuesta de la muestra para medirse en el espectrofotómetro y de acuerdo a la lectura se realizaron los cálculos de determinación volumétrica con sulfato ferroso amónico del material no oxidado y finalmente se determinó la cantidad en porcentaje de materia orgánica, a partir del contenido en carbono orgánico multiplicado por el factor 1,724 (coeficiente de Walkman).

3.3. Cuantificación de unidades formadoras de colonia de bacterias.

Se utilizó la técnica de cuenta total microbiana, para conocer el número de microorganismos viables en el suelo, a través del conteo del número de colonias que se desarrollan en la muestra después de cierto tiempo y temperatura de incubación, usando la técnica de dilución y vaciado en placa de agar (Ferrera- Cerrato *et al.*, 1993). Dichas placas de agar se sembraron por quintuplicado para cada dilución

sombreada. Los medios de cultivo que se utilizaron fueron: agar nutritivo (Merck) para bacterias totales. Preparado el medio de cultivo (esterilizado y fundido) en cajas de petri estériles, se manejo con pipetas bacteriológicas estériles de 12 a 10 mL usando incubadora con temperatura controlable 28 °C durante tres días para su revisión y conteo de colonias de bacterias desarrolladas, con el aparato cuenta colonias de campo oscuro.

3.4. Conteo de hongos micorrizicos arbusculares.

Para la extracción de las esporas del suelo, se utilizó la técnica de lamizado húmedo y decantación propuesta por Gerdeman y Nicolson (1963), misma que consistió en.

- a) Pesar 50 g de suelo húmedo, de cada muestra de campo y colocarlo en un recipiente.
- b) Mezclar el suelo en un litro de agua de la llave y agitar manualmente, para mezclar en su totalidad
- c) La suspensión de la mezcla se dejó reposar en los siguientes tiempos: 30, 25, 20, 15, 10 y 5 seg.
- d) Después de cada reposo, se decantó el sobrenadante, haciéndolo pasar a través de dos tamices: el primero de 1 mm para eliminar partículas grandes y luego el de menor abertura (de 45 µm), para atrapar las esporas de los HMA. Este procedimiento se repitió al menos cinco veces.
- e) Se lavo con agua y se vaciaron las partículas retenidas en el tamiz más pequeño, junto con el agua a tubos de centrifuga de 50 mL.
- f) Los tubos fueron centrifugados durante 4 minutos a 2000 rpm
- g) Se desechó el sobrenadante, que contenía materia orgánica flotante y esporas muertas, para solo dejar la pastilla.
- h) Se resuspendió la pastilla, agregando en los tubos, solución de sacarosa (480g L⁻¹), agitando lo más posible de manera manual.
- i) Se procedió a centrifugar de 15 a 30 seg a 2000 rpm.

- j) Inmediatamente se decantó el sobrenadante en el tamiz más fino (de 45 μm) y se lavó la muestra con abundante agua, para eliminar la sacarosa.
- k) Finalmente, el material atrapado en el tamiz, se depositó en cajas de Petri de 5 cm de diámetro para su observación y conteo en el microscopio estereoscópico.

Para la observación, identificación de grupos de esporas de HMA y conteo de las mismas en campos visuales, se colocó la caja de Petri sobre una retícula especial o cuadrícula, observada al microscopio estereoscópico, la cual permitió cuantificar el número de esporas presentes, referidos a 50 gramos de suelo húmedo (Carreón y Chávez, 2002). Se realizaron tres repeticiones de conteo por muestra

Las esporas observadas y cuantificadas, se separaron en grupos discretos de acuerdo con características comunes como: color, hifa de sostén y tamaño. Cada grupo, se colocó en una caja de Petri pequeña, lo cual permitió seleccionar las esporas aparentemente más sanas, las que se pasaron posteriormente al portaobjetos para su montaje, utilizando alcohol polivinílico glicerol con y sin reactivo de Melzer, para proceder a la identificación con apoyo del manual de Schenk y Pérez (1990), así como descripciones originales del International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Endomycorrhizal Fungy (INVAM) y Walker (Varela, 2004).

3.5. Análisis estadísticos.

Los resultados experimentales se procesaron bajo la técnica del análisis de varianza y en caso de obtener significancia estadística, se realizó la prueba de significancia de promedios de Tukey al 5 %.

Para las variables materia orgánica y cuenta total microbiana (UFC), se utilizó el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Resultado de la unidad experimental, el cual depende de:

μ = Media general, alrededor de la cual oscilan todas las observaciones

α_i = Efecto del i ésimo tratamiento (tipo de manejo del huerto)

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

De manera especial, para el caso de la variable esporas HMA, en relación con los tipos de manejo, se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\beta\alpha)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Respuesta obtenida en la unidad de muestreo, resultado de:

μ = Efecto medio general

α_i = Efecto del i ésimo nivel de los tipos de manejo de los huertos

β_j = Efecto del j ésimo nivel de las especies de HMA

δ_k = Efecto del k ésimo nivel del número de veces de conteo

$(\beta\alpha)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i ésimo nivel de los tipos de manejo y el j ésimo nivel de las especies de HMA

ϵ_{ijk} = Efecto de error experimental.

Para determinar la diversidad de los Hongos Micorizógenos Arbusculares, se utilizó el Índice de Shannon Wiener, aplicado a los resultados de los últimos tres muestreos y conteos de esporas, en ambos tipos de manejo de los huertos. Así el Índice es una formulación matemática independiente del tamaño de la muestra, es decir, un Índice de diversidad para cada muestra, que efectúa la proporción de individuos por especie y con mayor frecuencia, refleja la tendencia real (estimada), en un conjunto de muestras, bajo la función:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$



Donde:

s = el número de especies

p_i = la razón (o proporción) en la población perteneciente a la *i*ésima parte de **SISTEMA DE BIBLIOTECAS**

o bien a groso modo, la proporción de individuos de una especie dividido entre el número total de individuos encontrados en cada muestreo.

(La función considera el cálculo del logaritmo natural).

Con lo anterior, se utilizó el programa de computo species diversity & richness, proyecto Mamirauá, de Hendersón y Seaby, (2005).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Materia orgánica.

Los resultados obtenidos para materia orgánica correspondientes al periodo de muestreo de dos años (noviembre de 2003 a octubre de 2005), en ambos sistemas de producción de aguacate (orgánico y convencional), se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de materia orgánica durante los ciclos de producción (2004-2005) de aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional.

Fechas	Manejo Orgánico	Manejo Convencional
16 Noviembre 03	7.81	3.48
4 Marzo 04	6.45	3.60
14 Junio 04	8.84	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
\bar{x}	7.75	3.77

Tabla 2. Análisis de varianza de los porcentajes de materia orgánica, durante el ciclo de producción 2004-2005, en aguacate bajo manejo: orgánico y convencional.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tipos de manejo	1	63.28	63.28	55.83	0.000
Error	14	15.87	1.13		
Total	15	79.15			

De acuerdo a la Tabla 2., se obtuvo alta significancia estadística para la variable porcentaje de materia orgánica, es decir que el promedio 7.75 % para el manejo orgánico del aguacate, es superior estadísticamente al promedio 3.77 % de

materia orgánica en el manejo convencional. Estos promedios, de acuerdo a la clasificación de Castellanos *et al.*, (2000), referidos a los suelos Andosoles, en este caso, la huerta bajo manejo orgánico se ubica en el rango medio (5.1 – 8.0 %), en cambio para la huerta con manejo convencional se clasifica en un nivel moderadamente bajo (3.6 – 5.0 %).

Los anteriores porcentajes, son muy coincidentes, con los encontrados por Hernández y López, (2005), en ocho municipios de Michoacán, productores de aguacate convencional, que bajo la misma escala, los reportan en niveles de materia orgánica que la caracterizan de bajos a muy bajo, confirmando que en huertos bajo manejo orgánico, presenten mayor contenido de materia orgánica. De igual manera, estos resultados coinciden parcialmente con lo obtenido por Almaraz y Reyes, (2007) al muestrear huertos bajo manejo convencional en siete climas principales de Michoacán productores de aguacate, mismos en que se encontraron contenidos de materia orgánica clasificados en rangos de bajo a medio (2.1 a 8.0 %).

Sin embargo, 8.22 % de materia orgánica para el huerto bajo manejo orgánico y 4.20 % en el manejo convencional, no coinciden con lo obtenido por Sánchez, (2005) en el análisis de las primeras dos profundidades de los perfiles (0-20 y 20-40 cm), en las que se obtuvieron porcentajes de 5.22 y 6.28 respectivamente para el caso del huerto con manejo integrado y de 5.57 y 6.63 para el huerto bajo manejo orgánico, que fueron realizados en los sitios de muestreo en Tiamba, municipio de Uruapan Michoacán, en 2003

4.2. Unidades formadoras de colonias de bacterias (UFC).

Tabla 3. Cuenta total microbiana (UFC/g x 10⁶) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional.

Fechas	Manejo Orgánico	Manejo Convencional
16 Noviembre 03	6.500	69.000
4 Marzo 04	9.750	42.900
14 Junio 04	8.125	55.950
23 Septiembre 04	4.700	3 500.000
8 Diciembre 04	13.000	16.800
10 Febrero 05	31.429	643.442
4 Junio 05	146.500	176.000
4 Octubre 05	11.200	91.000
\bar{x}	28.900	564.000

Tabla 4. Análisis de varianza de la cuenta total microbiana (UFC/g x 10⁶) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejo: orgánico y convencional.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tipos de manejo	1	11459637248	11459637248	1.5767	0.228
Error	14	101752659968	7268047360		
Total	15	113212295168			

Como lo muestra la Tabla 4., no hay significancia estadística para la variable cuenta total microbiana (UFC/g x 10⁶), es decir que en este caso, el promedio de 564 x 10⁶ de unidades formadoras de colonias de bacterias por gramo de suelo para el manejo convencional del aguacate, no supera estadísticamente al promedio de 28.9 x 10⁶ UFC en el manejo orgánico del aguacate.

Sin embargo es importante mencionar, que los coeficientes de variación para ambas muestras, resultaron diferentes: 166.90 % para el manejo orgánico contra 213.54 % para el manejo convencional, indicando una mayor variabilidad en la muestra de las UFC del manejo convencional.

Lo anterior, contrasta parcialmente con lo obtenido por Rodríguez *et al.*, (2005), en relación a que con contenidos de materia orgánica menores de 2 % no muestran buenas densidades microbianas, dado que en este caso, el huerto bajo manejo convencional, que mostró los porcentajes más bajos de materia orgánica, se obtuvieron las mayores cantidades de unidades formadoras de colonias.

4.3. Hongos micorrízico arbusculares.

De acuerdo a la identificación obtenida con el apoyo de la Dra. Lucía Varela Fregoso y la clasificación de Walker, (2005), que señala, que los hongos micorrízico arbusculares se clasifican en el Reino: Fungi, Phylum: Glomeromycota, Clase Glomeromycetes, las especies encontradas en el presente estudio fueron las siguientes:

Tabla 5. Ordenes, Familias, Géneros y especies de HMA identificados

ORDEN	FAMILIA		GÉNERO	ESPECIE	CLAVE
Diversisporales	Acaulosporaceae	9	Acaulospora	scrobiculata Trappe	Aec
		4		spinosa Rothwell et Trappe	Asp
	Gigasporaceae	1	Gigaspora		Ggsp1
		10		sp 2	Ggsp2
		2		Scutellospora	verrucosa
		3		coralloidea	ScC
Glomerales	Glomeraceae	6	Glomus	Tortuosum	Gt
		6		geosporum Nicolson et Gerdemann	Gg
		7		constrictum	Gc
		8		sp	Gsp

1-10 Se refiere al número dado a cada especie en el formato de conteo de esporas.

Respecto a lo reportado por Hass y Menge, (1990) en suelos de aguacate en California, solamente se presentaron coincidencias en *Acaulospora scrobiculata* y *Glomus constrictum* y respecto a lo reportado por (Ginsburg y Avizohar, 1965), en Israel también en huertos de aguacate, a pesar de que se reportaron nueve especies, las coincidencias se reducen únicamente a: *Glomus constrictum* y *G. geosporum*.

En cuanto a los cinco géneros de HMA encontrados en los muestreos de ambos tipos de manejo de huertos de aguacate en este estudio, se observa cierta coincidencia con lo reportado por González, (2004) en condiciones de un huerto comercial en Jujucato, municipio de Salvador Escalante, Mich., en el que encontró tres especies del género *Acaulospora*, lo que coincide en este caso con la especie *Acaulospora scrobiculata*. En el género *Gigaspora*, también obtuvo dos especies, una de ellas ya identificada por él 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.

Aguirre, (2001) en un estudio realizado en la huerta "Los Turnines" del municipio de Salvador Escalante Mich., en dos muestreos de dos temporadas, las coincidencias encontradas respecto al presente estudio en géneros son: *Glomus geosporum* (con aumento considerable en el número de esporas), *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 respecto al presente estudio son: *Acaulospora* y *Glomus*, con dos especies cada una: *Glomus geosporum*, *Acaulospora* sp. Pero en éste trabajo no se coincidió con las especies que el encontró, que son: *Gigaspora gigantea*, *Glomus aff. albidum*, y *Caulospora aff. scrobiculata*.

Lara, (2004) en un muestreo de suelo, en el municipio de Tingambato, reportó 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.

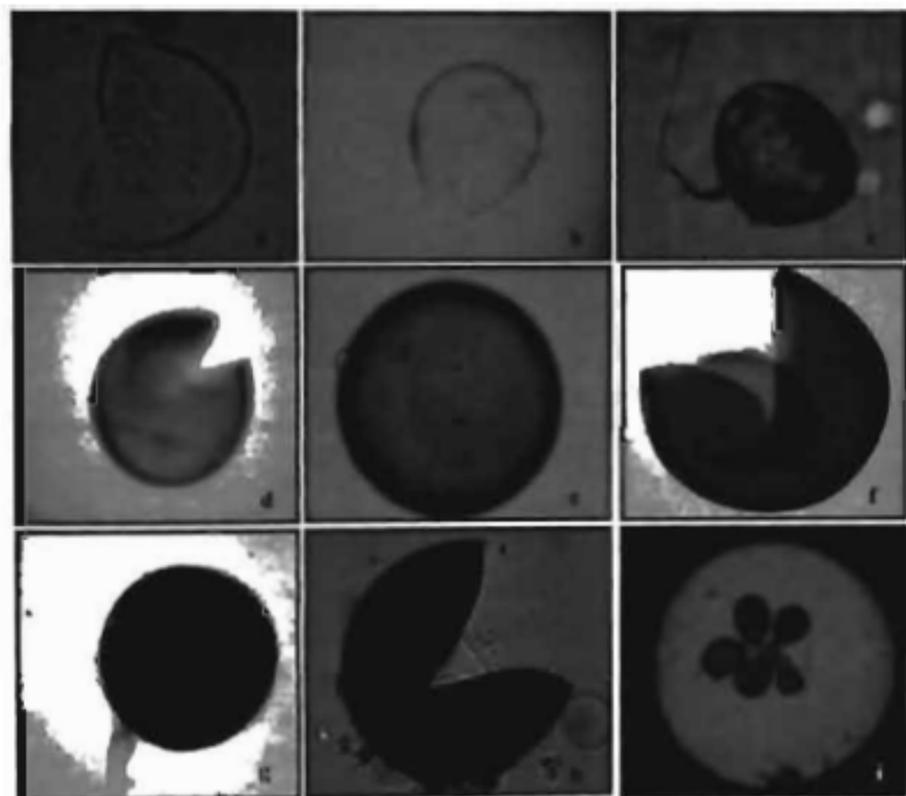


Figura 2. Esporas de las especies de HMA encontradas en ambos tipos de manejo de suelos de aguacate (convencional y orgánico) en Uruapan Mich. a) *Acaulospora scrobiculata*, b) *Acaulospora spinosa*, c) *Gigaspora* sp 1, d) *Gigaspora* sp 2, e) *Scutellospora verrucosa*, f) *Scutellospora coralloidea*, g) *Glomus tortuosum*, h) *Glomus geosporum* y i) *Glomus* sp.

Los resultados de los conteos de esporas de los HMA, en ambos tipos de manejo y en tres fechas del periodo de producción 2004-2005, se muestran en la Tabla 5:

Tabla 6. Número de esporas en los manejos de huertos de aguacate convencional y orgánico y especies de HMA encontradas en tres conteos, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 23 septiembre 2004).

Tipo de Manejo	Especies de HMA	Cuento		
		1	2	3
Convencional	Ggsp	4	4	4
	Scv	3	3	4
	Scc	34	14	8
	Asp	54	20	45
	Gt	44	30	40
	Gg	161	6	24
	Gc	106	35	69
Orgánico	Ggsp	15	3	11
	Scv	14	18	13
	Scc	35	17	15
	Asp	210	48	58
	Gt	153	35	55
	Gg	186	42	27
	Gc	185	48	106

La Tabla 6 muestra los resultados del número de esporas de siete especies de hongos micorrízico arbusculares, que se encontraron durante el primer muestreo, producto de tres conteos independientes (repeticiones) en los suelos de los huertos de aguacate trabajados con manejo convencional y manejo orgánico, los cuales bajo el modelo estadístico descrito fueron sometidos a la prueba de Fisher siguiente:

Tabla 7. Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y no. de veces de conteo, (muestreo 23 sept. 2004).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tipos de manejo	1	8064.86	8064.86	5.81	0.022
Especies de HMA	6	43680.82	7278.77	5.24	0.001
Interacción (T x E)	6	4905.48	817.58	0.59	0.738
No. Veces de conteo	2	31574.33	15787.18	11.38	0.000
Error	28	36078.33	1387.63		
Total	41	124283.62			

En la Tabla 7. se confirma la significancia estadística de los tipos de manejo y cabe mencionar 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 85 % mayor, en relación al total de esporas de HMA. Así mismo, la alta significancia entre las siete especies de HMA, por lo cual se realizó la Prueba de Tukey. La interacción tipos de manejo x especies de HMA, no indicó significancia estadística.

Tabla 8. Prueba de Tukey (5 %) de las especies de HMA, (muestreo 23 septiembre 2004).

Especie	\bar{Y} de esporas en los 3 conteos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	92	A
8 <i>Glomus geosporum</i>	74	A
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	73	A
5 <i>Glomus tortuosum</i>	60	A
3 <i>Scutellospora coralloidea</i>	21	B
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	9	B
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	7	B

La prueba de Tukey para la separación de los promedios de las especies de HMA, nos indica que las especies numeradas como 7, 6, 4, y 5 son más abundantes en esporas, con un rango de 32 esporas (92 de *Glomus constrictum* - 60 de *Glomus*

fortuosum), mientras que las especies 3, 2 y 1 son menos abundantes, con rango de 14 esporas (21 de *Scutellospora coralloidea* – 7 de *Gigaspora* sp 1). Esto mismo respecto a los totales por cada tipo de manejo de huerto, es apreciable gráficamente en la Figura 2., que indica la frecuencia de las especies, con tendencia paralela, al compararfias en ambos tipos de manejos de los huertos.

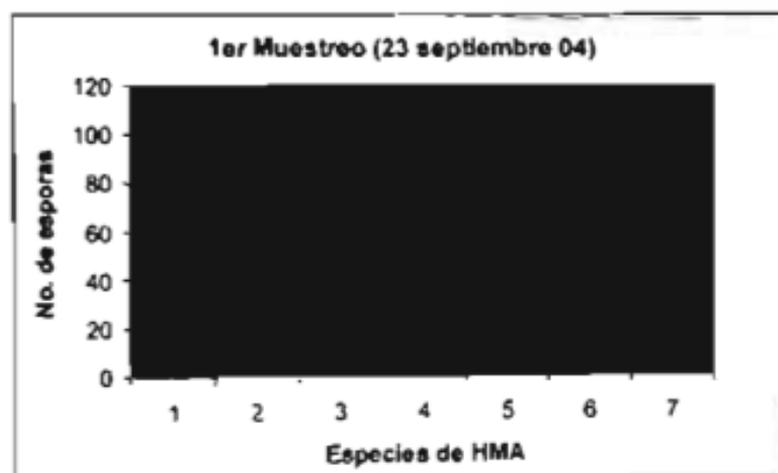


Figura 3. Número de esporas en los tipos de manejos de huertos: Convencional y orgánico (muestreo 23 septiembre 2004).

De manera similar a lo ocurrido durante el primer muestreo, se muestra a continuación lo que se obtuvo para el caso del segundo muestreo, realizado el 10 de febrero de 2005:

Tabela 9. Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 10 febrero 2005).

Tipo de Manejo	Especies de HMA	Conteos		
		1	2	3
Convencional	<i>Ggsp 1</i>	5	4	8
	<i>Scv</i>	4	0	2
	<i>Scd</i>	12	3	5
	<i>Asp</i>	137	92	103
	<i>Gl</i>	76	61	104
	<i>Gg</i>	414	432	385
	<i>Gc</i>	297	308	362
	<i>Gsp</i>	187	104	186
	<i>Asc</i>	178	131	137
	<i>Ggsp</i>	20	20	4
Orgánico	<i>Ggsp 1</i>	43	3	13
	<i>Scv</i>	8	0	1
	<i>Scd</i>	83	58	55
	<i>Asp</i>	381	134	205
	<i>Gl</i>	449	397	260
	<i>Gg</i>	436	364	251
	<i>Gc</i>	519	656	413
	<i>Gsp</i>	84	0	0
	<i>Asc</i>	836	206	257
	<i>Ggsp2</i>	1	13	16

Tabla 10. Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 10 febrero 2005).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
No. Veces de conteo	2	59552.13	29776.06	3.76	0.031
Tipos de manejo de huerto	1	95840.13	95840.13	12.11	0.002
Especies de HMA	9	1369111.38	152123.48	19.22	0.000
Interacción (T x E)	9	273543.63	30393.74	3.84	0.002
Error	38	300804.13	7915.90		
Total	50	2098851.38			

La Tabla 10 muestra significancia estadística en el número de veces de conteo, es decir las repeticiones. Alta significancia en los tipos de manejo de los huertos, reafirmando que el promedio general de esporas en el manejo 1 convencional fue de 125, mientras que la cantidad en el manejo 2 orgánico fue de 205 esporas, lo cual representa 64 % de diferencia mayor en cantidad. Igualmente, alta significancia entre las diez especies de HMA, por lo cual se realizó la Prueba de Tukey. La interacción tipos de manejo x especies de HMA, también mostró significancia estadística, aspecto que se dibuja en la Figura 3, al no definirse gráficamente efectos paralelos, sino cruce en las líneas de tendencia.

Tabla 11. Prueba de Tukey (5 %) de las especies de HMA, (muestreo 10 febrero 2005).

Especie	X de esporas en los 3 conteos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	426	A
8 <i>Glomus geosporum</i>	380	A B
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	291	B C
5 <i>Glomus tortuosum</i>	225	B C D
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	175	C D E
8 <i>Glomus sp</i>	90	D E
3 <i>Scutellospora coralloidea</i>	36	E
10 <i>Gigaspora sp 2</i>	15	E
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	13	E
2 <i>Scutellospora verrucosè</i>	3	E

La Tabla 11, señala claramente la significancia o separación en cantidad de las especies *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum*, en un segundo nivel las especies *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus tortuosum* y *Acaulospora spinosa*. Posteriormente, en un tercer nivel, con menos de cien esporas, en esta fecha de muestreo se ubican cinco de las 10 especies encontradas.

No. de esporas de MMA

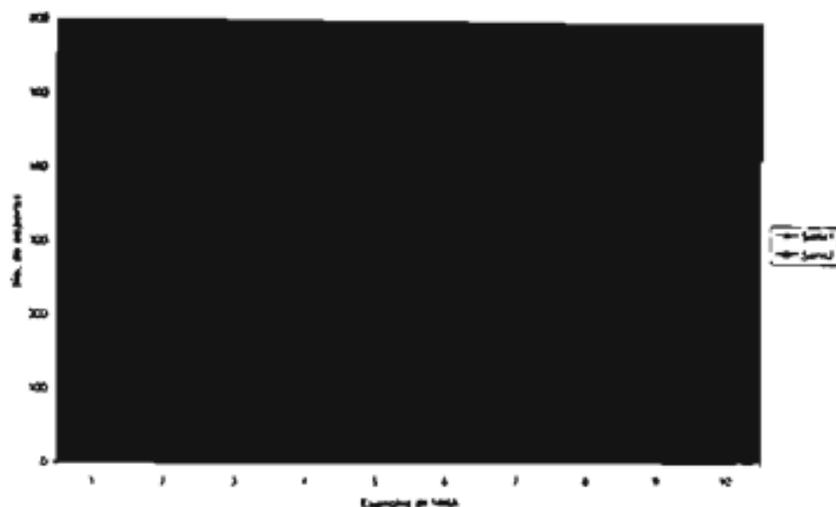


Figura 4. Número de esporas en los tipos de manejos de huertos; y orgánico (muestreo 10 febrero 2005).

Al igual que lo anterior, se muestran en la Tabla 12, los resultados del muestreo de suelo realizado el 4 de junio de 2005, con sus respectivos conteos.

Tabla 12. Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 4 junio 2005).

Tipo de Manejo	Especies de HMA	Conteo		
		1	2	3
Convencional	Ggsp 1	8	6	11
	Scv	0	1	3
	Scs	28	12	16
	Asp	160	161	241
	Gl	79	170	169
	Gg	365	374	475
	Gc	348	255	534
	Gap	24	73	34
	Asc	104	66	124
	Ggsp2	1	3	4
Orgánico	Ggsp 1	1	8	11
	Scv	0	1	0
	Asp	23	46	112
	Scs	402	230	802
	Gl	299	163	412
	Gg	455	219	1082
	Gc	583	548	1489
	Gap	392	137	722
	Asc	868	485	632
	Ggsp2	19	2	1

Tabla 13. Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, (muestreo 4 junio 2005).

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
No. Veces de conteo		2	439490.25	219745.13	7.79	0.002
Tipos de manejo de huerto		1	641700.50	641700.50	22.74	0.000
Especies de HMA		9	2671915.75	296879.53	10.52	0.000
Interacción (T x E)		9	552114.00	61346.00	2.17	0.046
Error		38	1072283.25	28217.98		
Total		59	5377503.75			

La Tabla 13. muestra significancia estadística en el número de veces de conteo o repeticiones. Alta significancia en los tipos de manejo de los huertos, confirmando nuevamente en este caso, que el promedio general de esporas en el manejo convencional fue de 128, mientras que la cantidad en el manejo orgánico fue de 335 esporas, lo cual representa 62 % mayor, cantidades muy similares al primero (45 %) y segundo muestreos (64 %).

Igualmente, se muestra alta significancia entre las diez especies de HMA, para lo cual se realizó la Prueba de Tukey. La interacción tipos de manejo x especies de HMA, también mostró significancia estadística, aspecto que se muestra gráficamente en los cruces de la Fig. 4.

Tabla 14. Prueba de Tukey (5 %) de las especies de HMA, (muestreo 4 Junio 2005).

Especie	X de esporas en los 3 cortes	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	628	A
6 <i>Glomus geosporum</i>	495	A B
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	349	A B C
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	347	A B C D
8 <i>Glomus sp</i>	230	B C D E
5 <i>Glomus tortuosum</i>	215	B C D E
3 <i>Scutellospora coraloides</i>	40	C D E
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	7	E
10 <i>Gigaspora sp 2</i>	5	E
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	1	E

La Tabla 14., correspondiente al tercer muestreo de suelo, separa significativamente a las especies *Glomus constrictum*, *Glomus geosporum*, *Acaulospora spinosa* y *Acaulospora scrobiculata*, lo cual es coincidente en las primeras dos especies con el segundo muestreo y con las tres primeras especies respecto al primer muestreo. En este caso, un segundo grupo de especies, acomodadas por cantidad de esporas, lo representan *Glomus sp*, *Glomus tortuosum* y *Scutellospora coraloides*. Así mismo, las especies *Gigaspora sp 1*, *Gigaspora sp 2*, *Scutellospora verrucosa*, en este tercer muestreo, fueron encontradas en cantidades mínimas menores de diez, casi de manera similar al segundo y primer muestreo.

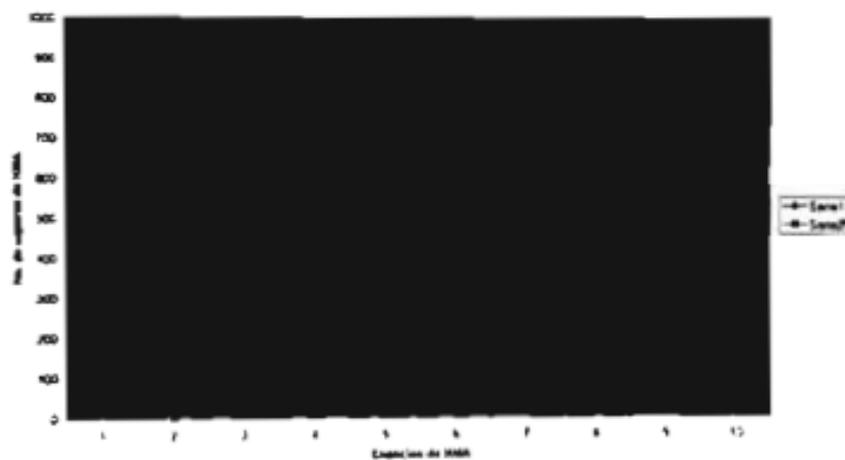


Fig. 5. Número de esporas en los tipos de manejos de huertos: convencional y orgánico (muestreo 4 junio 2005).

Tabla 15. Número de esporas en los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo, durante el ciclo de producción 2004-2005 (muestreo 4 octubre 2005).

Tipo de Manejo	Especies de HMA	Conteo		
		1	2	3
Convencional	<i>Ggsp 1</i>	14	12	25
	<i>Scv</i>	5	4	1
	<i>Scs</i>	22	26	30
	<i>Asp</i>	57	67	50
	<i>Gl</i>	27	59	75
	<i>Gg</i>	214	102	93
	<i>Gc</i>	256	241	180
	<i>Gsp</i>	87	105	89
	<i>Asc</i>	90	47	36
	<i>Ggsp2</i>	4	10	12
Orgánico	<i>Ggsp 1</i>	101	77	42
	<i>Scv</i>	1	8	1
	<i>Scs</i>	161	198	71
	<i>Asp</i>	471	626	108
	<i>Gl</i>	289	457	256
	<i>Gg</i>	548	553	550
	<i>Gc</i>	633	786	661
	<i>Gsp</i>	186	69	381
	<i>Asc</i>	369	624	250
	<i>Ggsp2</i>	8	18	9

Tabla 16. Análisis de varianza de los tipos de manejo de huertos de aguacate, las especies de HMA y el no. de veces de conteo. (muestreo 4 octubre 2005).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
No. Veces de conteo	2	36692.88	18346.44	2.43	0.100
Tipos de manejo de huerto	1	734605.25	734605.25	97.33	0.000
Especies de HMA	9	1288565.75	143173.97	18.97	0.000
Interacción (T x E)	9	480878.00	53430.89	7.08	0.000
Error	38	286797.13	7547.29		
Total	59	2827539.00			

En la Tabla 16, se muestra el análisis de varianza del número de esporas para los tipos de manejo de huertos (convencional y orgánico), las especies de HMA y el número de veces de conteo, evaluada el 4 octubre 2005, en el que se observa que no hubo significancia en el número de veces de conteo o repeticiones. La alta significancia en los tipos de manejo de los huertos quedo ratificada en este periodo, confirmando nuevamente, que el promedio general de esporas en el manejo 1 convencional fue de 67, mientras que la cantidad en el manejo 2 orgánico fue de 289 esporas, lo cual representa 77 % mayor en proporción, además de que las cantidades se mantienen consistentes en diferencias proporcionales desde el primer (45 %), segundo (64 %) y tercer muestreos (62 %).

Igualmente, se obtuvo alta significancia entre las diez especies de HMA, para lo cual se realizó la Prueba de Tukey. La interacción tipos de manejo x especies de HMA, nuevamente mostró significancia estadística.

Tabla 17. Prueba de Tukey (5 %) de las especies de HMA, (muestreo 4 oct 2005)

Especie	X de esporas em los 3 conteos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	486	A
8 <i>Glomus geosporum</i>	343	A B
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	236	B C
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	230	B C
5 <i>Glomus tortuosum</i>	195	B C
8 <i>Glomus sp</i>	146	B C
3 <i>Scutelospora coralloidea</i>	84	C
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	45	C
10 <i>Gigaspora sp 2</i>	10	C
2 <i>Scutelospora verrucosa</i>	3	C

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAHÍA



SISTEMA DE BIBLIOTECA

La Tabla 17., refrenda al cuarto muestreo de suelo, separa significativamente a las especies *Glomus constrictum*, *Glomus geosporum*. Posteriormente separa en otro bloque de especies a *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora spinosa*, *Glomus tortuosum* y a *Glomus sp*. De esta manera, un tercer grupo con menor número de esporas queda representado por: *Scutelospora coralloidea*, *Gigaspora sp 1*, *Gigaspora sp 2* y *Scutelospora verrucosa*. Resaltando estas dos últimas especies por el número bajo de esporas encontradas en los anteriores muestreos.

Al realizar un análisis de los tres muestreos realizados durante 2005, con base en el total de esporas de HMA, con base en los siguientes resultados, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 18. Concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.

Especie	10 febrero	4 junio	4 octubre
1 <i>Gigaspora</i> sp 1	13	7	45
2 <i>Scutelospora verrucosa</i>	3	1	3
3 <i>Scutelospora coralloidea</i>	38	40	84
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	175	349	230
5 <i>Glomus tortuosum</i>	225	215	195
6 <i>Glomus geosporum</i>	380	495	343
7 <i>Glomus constrictum</i>	428	628	488
8 <i>Glomus</i> sp	80	230	148
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	281	347	238
10 <i>Gigaspora</i> sp 2	15	5	10

Tabla 19. Análisis de varianza del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Especies de HMA	9	844523.75	93835.97	38.45	0.000
Fechas de muestreo	2	24848.88	12424.44	5.09	0.017
Error	18	43924.38	2440.24		
Total	29	813297.00			

Tabla 20. Prueba de Tukey (5 %) del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.

Especie	X̄ de esporas en los 3 corteos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	513	A
8 <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 sp</i>	155	C D
3 <i>Scutellospora coralioidea</i>	53	D E
1 <i>Gigaspora sp 1</i>	22	D E
10 <i>Gigaspora sp 2</i>	10	E
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	2	E

La Tabla 20., nos ratifica de manera global, como las especies *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum* fueron sobresalientes en cantidades superiores de cuatrocientos; otro grupo que va en cantidades mayores de 150, hasta cerca de 300 esporas de HMA, queda integrado por las especies: *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora spinosa*, *Glomus tortuosum* y *Glomus sp*. De esta manera, el grupo de especies con menor cantidad de esporas queda integrado por: *Scutellospora coralioidea*, *Gigaspora sp 1*, *Gigaspora sp 2* y *Scutellospora verrucosa*.

Por otra parte, al aplicar la misma prueba estadística de Tukey al 5 % para el caso de la significancia entre fechas de muestreo, se obtuvo que en la segunda (4 junio) y tercera fechas (4 octubre), se obtuvieron los promedios totales de esporas de HMA más altos (231 y 178 respectivamente), lo cual corresponde al periodo de lluvias del área de estudio y el menor promedio (165) se obtuvo en el primer muestreo (10 febrero), que corresponde al periodo de estiaje.

Los resultados de diversidad, calculados para los resultados de los conteos de los muestreos segundo (10 febrero), tercero (4 junio) y cuarto (4 octubre), de 2005, se muestran en la Tabla 21., siguiente:

Tabla 21. 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).

Especie	Muestreos					
	10 febrero		4 junio		4 octubre	
	Conv	Org	Conv	Org	Conv	Org
1 <i>Gigaspora</i> sp 1	1.5607	0.69315	1.0397	0	2.3026	2.164
2 <i>Scutellospora verrucosa</i>	2.1945	2.7798	2.1787	2.4345	2.5208	2.781
3 <i>Scutellospora coraloides</i>	2.6678	2.4071	2.8819	2.3752	2.7048	2.7233
4 <i>Acaulospora spinosa</i>	2.3707	2.729	2.4817	2.661	2.5917	2.9544
5 <i>Glomus tortuosum</i>	2.8426	2.7132	2.8925	2.2327	2.7785	2.9393
6 <i>Glomus geosporum</i>	2.9192	2.8701	2.8408	2.5617	2.8387	2.956
7 <i>Glomus constrictum</i>	1.753	0	1.7375	1.3043	2.9422	2.9051
8 <i>Glomus</i> sp	2.6794	2.6099	2.7043	2.2955	2.3057	2.8942
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	1.5182	2.8822	1.3209	1.3539	2.2316	2.527
10 <i>Gigaspora</i> sp 2	2.2784	2.1938	2.2308	1.9132	2.4689	2.76047

Los resultados de la Tabla 21., en parte coinciden 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, para estos tres muestreos, los valores oscilan entre 2.0721 del segundo muestreo a 2.8645 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, como se manifiesta en la Tabla 22.

Tabla 22. Promedios de los Índices de Shannon Wiener, en los manejos: convencional y orgánico, en tres muestreos de 2005.

MANEJO	MUESTREOS 2005			PROMEDIO
	2 ^a (10 feb)	3 ^a (4 jun)	4 ^a (4 oct)	
Convencional	2.2784	2.2309	2.5684	2.3592
Orgánico	2.1938	1.9132	2.7605	2.2802
PROMEDIO	2.2361	2.0721	2.6645	2.3242

Tabla 23. Análisis de varianza de los Índices de diversidad Shannon Wiener (H'), de los períodos de muestreo, tipos de manejo y especies de HMA.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Muestreos	2	3.74	1.87	9.11	0.001
Tipos de manejo	1	0.07	0.07	0.38	0.560
Especies	9	13.17	1.46	7.13	0.000
Tipos de manejo x spp	9	2.44	0.27	1.32	0.260
Error	38	7.80	0.21		
Total	59	27.23			

La Tabla 23., permite determinar la significancia estadística: de los índices de Shannon Wiener respecto a los tres muestreos realizados durante 2005 y en relación a las diez especies identificadas. No significancia de dichos índices entre: los tipos de manejo de los huertos (convencional y orgánico) y en la interacción tipos de manejo y especies de HMA.

Así, la prueba de Tukey (5 %) de los índices de Shannon Wiener, respecto a los tres muestreos realizados durante 2005, indicó que el mayor índice, se obtuvo en el cuarto muestreo del 4 de octubre (2.6645) . Así, el segundo y tercer muestreo son

iguales estadísticamente (2.2361 y 2.0721), pero manifiestan alta diversidad, es decir valores mayores de dos.

Tabla 24. Prueba de Tukey (5 %) de los Índices de Shannon Wiener (H') de las diez especies de HMA identificadas en tres muestreos de 2005.

Espece	Media	Clasificación
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 conalloidea</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

La Tabla 24., muestra que los menores índices de diversidad se obtuvieron con las especies *Glomus constrictum* y *Gigaspora sp 1*, ya que para las otras ocho especies sus índices se ubicaron en un rango de 1.9723 (*Acaulospora scrobiculata*) a 2.8311 (*Glomus geosporum*).

IV. CONCLUSIONES

En el manejo orgánico del aguacate, el promedio 7.75 % de materia orgánica (nivel medio), superó al promedio 3.77 % (moderadamente bajo) del manejo convencional.

En la cuenta total microbiana (UFC/100 g de suelo seco), el promedio para el manejo convencional del aguacate, no mostró diferencia significativa respecto al promedio en el manejo orgánico del aguacate.

El número de esporas de HMA fue mayor en 62 % en promedio, en el huerto de aguacate bajo manejo orgánico, respecto al manejo convencional, además de que las cantidades son consistentes en diferencias proporcionales desde el 1° (45 %), 2° (64 %), 3° (62 %) y 4° muestreo (77 %).

En cuatro fechas de muestreos, en los manejos convencional y orgánico, las especies de HMA *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum*, fueron las más numerosas, con promedio general de 408 y 323 esporas respectivamente.

Las especies de HMA *Scutellospora verrucosa* y *Gigaspora* sp 1 fueron las menos numerosas, con promedio general de 4 y 9 esporas respectivamente, durante los cuatro periodos muestreados.

Los valores promedio de 2.3242, de los índices de diversidad de Shannon Wiener (H) de las esporas de HMA, en los tres muestreos realizados en 2005, en los manejos de aguacate: convencional y orgánico, indican alta diversidad.

Entre los índices de diversidad de Shannon Wiener (H), en los manejos de aguacate: convencional y orgánico no hay diferencias en diversidad de esporas. Sin embargo entre las tres fechas de muestreos, sobresale el índice de 2.8645, correspondiente al cuarto muestreo, del 4 octubre de 2005.

Los menores índices de diversidad, se obtuvieron con las especies *Glomus constrictum* (1.7737) y *Gigaspora* sp 1 (1.2934). Las otras ocho especies sus índices se ubicaron en un rango de 1.9723 (*Acaulospora scrobiculata*) a 2.8311 (*Glomus geosporum*).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

V. LITERATURA CITADA

- Aguirre P. S. y Bárcenas O. A. E., 2005.** La Agenda Administrativa y Técnica del Manejo del Cultivo del Aguacate, como Instrumento de Valuación. Primer Simposio Nacional de Valuación Rural. 1 y 2 de julio de 2005. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto Nacional de Valuación Agropecuaria y Forestal, A. C., Centro Cultural Universitario. Agosto, Morelia Michoacán México.
- Alarcón A. y R. Ferrera-Cerrato, 1999.** Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* (17) 3.
- Almaraz T. M. del C. y Reyes R. L., 2007.** Diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares en huertos de aguacate en Michoacán. Tesis Profesional, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH.
- ASERCA., 2005.** Evaluación y Perspectivas de la agricultura Orgánica en México. *Revista Claridades Agropecuarias*, Número 140.
- Aguirre T. J. A., 2001.** Exploración e identificación de hongos micorrizios 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.
- Almendros M. G., 2004.** La Materia Orgánica del Suelo y su Función en los Agrosistemas. Centro de Ciencias Medioambientales, Madrid, España.
- Almendros G., Giampaolo S. y Pardo M. T., 2001.** Estimación en laboratorio del secuestro de carbono y disponibilidad de nutrientes después de consumir diferente materia orgánica en suelos virgen y cultivado de Zimbabwean. Centro de Ciencias Medioambientales, Madrid España y Departamento de

ASERCA, SAGARPA, 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. Revista Claridades Agropecuarias No. 140, Abril.

Avilés Z. J., 1994. Pruebas de antagonismo *in vitro* de hongos micorrizicos contra algunos fitopatógenos de la raíz del aguacate *Persea americana* Mill. Tesis Profesional, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH, Uruapan Mich.

Bárceñas O. A. E. y Aguirre P. S., 2005. Pasado, presente y futuro del aguacate en Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".

Bárceñas O. A. E., Carreón A. Y., Varela F. L., Lara Ch. B. N. y Aguirre P. S., 2005. Impacto de enmiendas orgánicas sobre la diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares en huertos de aguacate. 1ª. Reunión Científica, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", UMSNH, Memorias. 29 de Noviembre.

Barnett V. Payne R y Steiner R., 1999. Sustentabilidad Agrícola- Consideraciones Económicas, Ambientales y Estadísticas Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo. de México.

Barrera C. G. y Sánchez B. C., 2002. Cadenas prioritarias de los subsectores agrícola, pecuario, forestal y pesca del estado de Michoacán, Programa Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de Michoacán.

- Barzegar A. R., A. Yousefi and A. Daryashenas, 2002.** The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil* 295-301.
- Carreón A. Y. y Chávez T. J., 2002.** Manual de Agromicrobiología Parte Práctica Facultad de Biología. UMSNH.
- Carreón A. Y., Gómez D. N. y Martínez T. M., 2007.** Hongos micorrizógenos arbusculares y su uso como fertilizantes. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Fundación PRODUCE Michoacán A.C.
- Castellanos J. Z., Uvalle B. J. X. y Agullar S. A. 2000.** Manual de Interpretación de análisis de suelos y aguas Segunda edición
- Cautín M. R. y Gandolfo W. S., 2001.** Manejo de huertos de aguacate en Michoacán. 1er. Congreso Mexicano y Latinoamericano del aguacate. Uruapan Mich. Mex 15- 20 de octubre, Memorias.
- CEJEGDRUS, 2004.** "Boletín Estadístico del Sector Agroalimentario". Número 3 Año 1, Diciembre 2004 (SAGARPA, SEDAGRO, SIAP, INEGI).
- Chirinos U. H., 1999.** Fertilización en aguacate *Persea americana* Mill Boletín El Aguacatero, de la A. A. L. P. A. U. M, Año 2 No. 9.
- Da Silveira S. V., Souza P.V.D., O.C. Koller y Schwarz S.F., 2003.** Elementos minerales y carbohidratos en plantones de aguacate 'Carmen' inoculados con micorrizas arbusculares. Departamento de Horticultura y Silvicultura. Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, R.S. Brasil. V Congreso Mundial del Aguacate, 18-24 de Octubre, Granada Málaga España Vol. II.

- García, J. D., 2003.** El aguacate ecológico. Aspectos técnicos, sociales y medio ambientales de su cultivo en Andalucía. V Congreso Mundial del Aguacate, 18-24 de Octubre, Granada Málaga España Vol. II.
- Gioanetto F., 2005.** Trámites para la certificación y venta del aguacate orgánico. 2º Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. Simposio del aguacate orgánico. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", UMSNH, 18 de Octubre.
- González C. J. C., 2005.** Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en un agroecosistema de aguacate *Persea americana* Mill. Tesis de Maestro en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología, UMSNH.
- González-Chávez. A. M. del C., 2004** Pasado, presente y futuro de la investigación sobre la simbiosis arbuscular en México. IV Symposium Nacional y II Symposium Iberoamericano de la Simbiosis Micorrízica, 9-12 de noviembre, Morelia Mich.
- González-Chávez. A. M. del C., Gutierrez-Castorena M. C. y Wright S., 2004.** Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. Ensayo, Revista Terra Latinoamericana Volumen 22, No. 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.
- 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.

- Henderson P. A. and Seaby R.M.H., 2005. Species diversity & richness. Proyecto Mamirauá. University of Oxford, Department of Zoology and PISCES Conservation Ltd
- Hernández C. L. Castillo A. S., Martínez D. Y., Romero R. M. A., Sánchez G. I., 2003. Hongos Micorrizógeno Arbusculares del Pedregal de San Ángel. Facultad de Ciencias UNAM.
- Hernández V. E. F. y López Z. M., 2005. Condiciones de fertilidad de suelos cultivados con aguacate en Michoacán. II Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", UMSNH. 17 al 21 de octubre.
- IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica), 2000. ¿Qué es la Agricultura Orgánica?. www.agendaorganica.ci/html
- Kramadibrata K. Walter C. Schwarzott D. And Schussler A., 2000. A new species of *Scutellospora* with a colored germination shield. Ann. Bot. 86
- Lampkin, N. H., 2002. Organic farming: sustainable agriculture in practice. In: Lampkin, N.H. and PADELS. The economics of organic farming. An International perspective. Cab International: United Kingdom
- Lara Ch. B. N., 2004. Exploración de Hongos Micorrizicos Vesículo-Arbusculares en el cultivo del aguacate en el estado de Michoacán. IV Symposium Nacional y II Symposium Iberoamericano de la Simbiosis Micorrizica, 9-12 de Noviembre, Morelia Mich. Mex.

- Larios G. A., Vidales F. I., Tapia V. M., y Villaseñor R. F.J., 2007.** El aguacate y su manejo integrado. Producción orgánica y aguacate orgánico. Mundi Prensa. Segunda Edición, México D. F.
- Martínez A. A. y Mattar F. M., 2007.** Evaluación del comportamiento de diferentes plántulas de palto (*Persea americana* Mill.) con y sin micorrizas (*Glomus intraradices*) en el Valle de Copiapó, III región Chile. VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile, 12 al 18 de noviembre de 2007
- Mattar M., Hernández C. y Castro M., 2003.** Efecto de la inoculación de micorrizas *Glomus intraradices* Schenck & Smith, en vivero sobre plántulas de aguacate. Departamento de Fruticultura. Universidad de Las Américas, Chile y Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso, Quilota, Chile. V Congreso Mundial del Aguacate, Memorias.
- Pérez M. J., 2004.** Desarrollo histórico y perspectivas del estudio de la simbiosis ectomicorrizal en México. IV Symposium Nacional y II Symposium Iberoamericano de la Simbiosis Micorrizal, 9-12 de noviembre, Morelia Mich.
- Reyes A. J. C., 1997.** Endomicorriza-arbuscular, bacterias y vermicomposta en plántulas de aguacate en vivero. Fundación Salvador Sánchez Collin CICTAMEX, S.C., Departamento de Ecología
- Reyes A. J. C., Alarcón A. y Ferrera-Cerrato R., 1997a.** Uso de coberturas en el cultivo de aguacate *Persea americana* Mill. efectos en nutrición y fitosanidad. Fundación Salvador Sánchez Collin CICTAMEX, S. C., Memoria 1997
- Reyes A. J. C., Alarcón A. y Ferrera-Cerrato R., 1997b.** Aspectos relacionados sobre el uso de la endomicorriza arbuscular en aguacate (*Persea americana*

MIL). Memoria 1997. CICTAMEX, "Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México.

Reyes A. J.C., Rubi A. M. y Agullar M. J. J., 1995. Manejo orgánico en el cultivo del aguacate. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C., Memoria 1995

Reyes O. A. L., 2004. Calidad del suelo: Indicadores microbiológicos, propiedades bioquímicas y actividad enzimática. Facultad de Ciencias, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Laboratorio de Edafología. UNAM.

Rodríguez L. S., López C. B. E., De la Cueva C. E. y Lara Ch. B. N., 2005. Cuenta de microorganismos presentes en la rizosfera del aguacate. II Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". 17 al 21 de octubre, Uruapan Mich.

Salazar G. S. 2002. Nutrición del Aguacate, Principios y aplicaciones. INIFAP INPOFOS, Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300. México.

Sánchez G. P., 2005. Producción orgánica de aguacate: Manejo sustentable del suelo. Fundación Produce Michoacán A. C., Colegio de Postgraduados, Gobierno del estado de Michoacán (SEDAGRO), Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Sánchez R. G., 2007. El cluster del aguacate de Michoacán, desarrollo regional para el liderazgo global, sistema de inteligencia de mercados. Fundación PRODUCE Michoacán A.C.

Santacruz U. H., 2001. Nutrición del aguacate. 2º Curso Internacional de Manejo Ecológico del Aguacate, 25 y 26 de abril. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH.

Santacruz U. H. y Zavala J. ,2001. Manejo de huertos de aguacate en Michoacán, 1er. Congreso Mexicano y Latinoamericano del aguacate, Uruapan Mich. Mex, 15- 20 de octubre, Memorias.

Schuffler A. D. Schwarzott and C. Walker, 2001. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*, phylogeny and evolution *Mycological Research* 105

Seco M. A., Casero F. y García J. D., 2003. El aguacate ecológico. Aspectos técnicos, sociales y medio ambientales de su cultivo en Andalucía. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. V Congreso Mundial del Aguacate, Memorias.

Símón Z. J. L., 2001. Composta, abono orgánico humificado. Boletín El Aguacatero, de la A. A. L. P. A. U. M, Año 4, No. 18.

Téliz O. D. y Marroquín P. F. J., 2007. El aguacate y su manejo integrado. 1. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. 2ª Edición, Mundi Prensa S.A. de C.V.

Vaca P. A. , 2002. Microartrópodos y Enchytreidos del suelo en: bosque de pino, huerto orgánico y huerto de aguacate convencional *Persea americana* Mill. Tesis Profesional, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" UMSNH, Uruapan Mich.