

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

S. Aguirre<sup>1</sup>, Y. Carreón<sup>2</sup>, L. Varela<sup>3</sup>, J. D. García<sup>4</sup> y A. E. Bárcenas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", UMSNH, Uruapan Michoacán, México, [aguirrepaleo@hotmail.com](mailto:aguirrepaleo@hotmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Biología, UMSNH, Morelia Michoacán México.

<sup>3</sup>Hongos y sus derivados, México D.F.

<sup>4</sup>Facultad de Agronomía, UAN, Nayarit, Nayarit, México.

En México destaca Michoacán con el 85,85 % de la producción nacional de aguacate, que registra 5.535 ha con manejo orgánico, que al igual que el convencional, carece de estudios de evaluaciones sobre los cambios dinámicos del suelo. Los objetivos propuestos fueron los siguientes: evaluar el contenido de materia orgánica y UFC (Unidades Formadoras de Colonia de bacterias), en dos ciclos de producción; y cuantificar la presencia, abundancia y diversidad de HMA (Hongos Micorrizógenos Arbusculares). A fin de cumplir estos objetivos, realizamos ocho muestreos de suelo, durante dos años, determinando materia orgánica, UFC y en cuatro muestreos, número de esporas de diez especies de HMA. El promedio de materia orgánica para manejo orgánico fue 7,75 % (nivel medio), superior a 3,77 % (nivel bajo) en convencional, no así en UFC con promedio de 564148984 para manejo convencional, superior a 28900500 UFC en manejo orgánico. El número de esporas de HMA fue mayor en un 62 % en promedio, en manejo orgánico. *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum* fueron más numerosas, con promedio de 408 y 323 esporas respectivamente. *Scutelospora verrucosa* y *Gigaspora sp. 1* fueron menos numerosas, con 4 y 9 esporas respectivamente. Los valores promedio de 2,3242 de los Índices de diversidad Shannon Wiener (H) de esporas de HMA indican alta diversidad. Entre los índices (H), no hay diferencias en diversidad de esporas en manejos de aguacate convencional y orgánico. Sin embargo, entre tres fechas de muestreos, sobresale el índice 2,6645, correspondiente al cuarto muestreo. Las especies *Glomus constrictum* (1,7737) y *Gigaspora sp 1* (1,2934) obtuvieron los menores índices de diversidad.

Palabras clave: unidades formadoras de colonias de bacterias, hongos micorrizogenos arbusculares

## ORGANIC MATTER AND MICROORGANISMS EVALUATION ON SOILS FROM AVOCADO (*Persea americana* Mill) ORCHARDS IN URUAPAN, MICHOACÁN

S. Aguirre<sup>1</sup>, Y. Carreón<sup>2</sup>, L. Varela<sup>3</sup>, J. D. García<sup>4</sup> and A. E. Bárcenas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas s/n esq. Berlin, Uruapan, Michoacán, México. e-mail: [aguirrepaleo@hotmail.com](mailto:aguirrepaleo@hotmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán, México.

<sup>3</sup> Hongos y sus derivados, SA de CV. México D.F.

<sup>4</sup> Facultad de Agronomía, UAN, Nayarit, Nayarit, México.

Avocado national production in Mexico is lead by the state of Michoacan with 85.85 % of the total production. In this Mexican state, 5,535 ha of avocado orchards are currently under organic management. However, studies on soil dynamics in these orchards are as poor as in those conventionally managed. The aim of this work was to evaluate the content of organic matter and Colony-Forming Unit (CFU) during two cycles of production as well as to quantify the presence, abundance and diversity of Arbuscular Mycorrhizal (Fungi AMF). In order to accomplish such objectives, samples were taken every three months from November 2003 and during two consecutive years of production. Eight soil samplings were conducted, determining organic matter and CFU, and spore number of 10 AMF species through four samplings. Mean organic matter on soil from organic management was 7.75 % (medium level), higher than mean organic matter found on soil from orchards under conventional management (3.77 %; low level). While CFU was 19.5 times higher in conventionally managed soils ( $564 \times 10^6$  CFU), as compared to soil under organic management ( $29 \times 10^6$  CFU). Mean AMF spores in organic managed soils were 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 differences. Nonetheless, while comparing soil from three different consecutive sampling dates, H index on October 2005 outstands with 2.6645. Lower H index were obtained for species *G. constrictum* (1.7737) and *Gigaspora sp 1* (1.2934).

## I. INTRODUCCIÓN

La producción del 85 % de aguacate en Michoacán, lo ubica como: el 7º 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, con 140 mil ton/año en fresco y un valor de la exportación de aguacate procesado del orden de 70.7 millones de dólares. Sin embargo, es evidente el impacto ambiental que genera el eslabón de la producción por el modelo productivo convencional imperante. Lo cual, a partir de los años noventas, ha sensibilizado a productores y sectores, a cambiar a esquemas de producción orgánica del aguacate, sumándose favorablemente la demanda de aguacate producido bajo tecnologías de insumos de bajo riesgo para la salud de sus consumidores (Aguirre y Bárcenas, 2005).

En 1998 en México se tenían certificadas solo 307 ha de aguacate orgánico, actualmente en el 2006 se registran 6,150 ha de aguacate orgánico y de conversión certificadas, de las cuales el 91 % se ubican en Michoacán, 6 % en Nayarit, 2 % en Puebla y 1 % en Veracruz. Así mismo, Michoacán cuenta con 26 empaques certificados, 2 empresas de corte y 1 “guacamolera” para la industrialización del aguacate orgánico, (Gioanetto, 2005).

Pero de manera similar al manejo convencional, se carece de registros de evaluaciones de los posibles cambios que estén ocurriendo en los suelos con esta modalidad de trabajo, por que en la producción orgánica y convencional, predominan empirismos, por las necesidades inmediatas de las practicas cotidianas en el cultivo para fines solo productivos y comerciales. Por ello, generar el conocimiento de la dinámica de microorganismos y los contenidos de materia orgánica, en huertos de aguacate bajo manejo orgánico, permitirá explorar posibles diferencias en contenidos respecto al manejo convencional y contar con información elemental del manejo en el suelo.

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

Objetivo General. Contribuir a la generación del conocimiento de la dinámica de la materia orgánica y de los microorganismos del suelo, en huertos de aguacate bajo manejo orgánico y sus posibles ventajas económicas y ambientales respecto al manejo convencional.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el contenido de materia orgánica en huerto de aguacate con manejo orgánico y manejo convencional, durante dos ciclos de producción.
- Cuantificar la presencia, abundancia y diversidad de Hongos Micorrizico Arbusculares HMA y de unidades formadoras de colonia de bacterias (UFC) de microorganismos, en relación con ambos tipos de manejo de los huertos de aguacate.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Descripción del área de muestreo.

El muestreo en suelo se realizó cada tres meses, tratando de abarcar las cuatro estaciones del año, en los huertos: 1. “Las Piedras”, a 1800 msnm, de 40 ha, edad de los árboles de 5 años, manejados orgánicamente desde su establecimiento y 2. “El Parque”, a 1740 msnm, de 4 ha, edad de los árboles de 5 años, establecida y manejada convencionalmente (con fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas y herbicidas). Ambos localizados al norte de la ciudad de Uruapan, bajo un clima Semicalido húmedo con abundantes lluvias en verano (A) c (m) (w); establecidas en un tipo de suelo Andosol húmico.

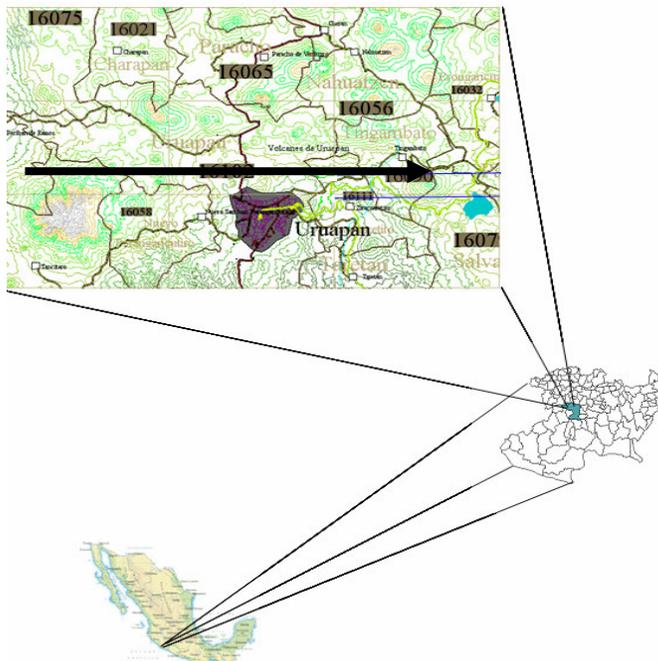


Fig. 1 Localización de los huertos de aguacate: “Las Piedras” (manejo orgánico) y “El Parque” (convencional), al noroeste de la Cd. de Uruapan Mich.

Se utilizó un tamaño de muestra de seis árboles aleatoriamente, cuidando uniformidad en tamaño del árbol. La muestra de suelo se realizó a profundidad de 30 cm, 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 común para materia orgánica y para unidades formadoras de colonias de bacterias.

## 2.2. Determinación de Materia Orgánica.

En laboratorio, utilizando el Método de Walkley Black modificado se determinó el porcentaje del contenido de materia orgánica en ambos suelos de cada huerto, de acuerdo a la clasificación mineral convencional.

## 2.3. Cuantificación de Unidades Formadoras de Colonia (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 de bacterias 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).

## 2.4. Conteo de Hongos Micorrizico Arbusculares.

La cuantificación micorrízica se evaluó de acuerdo a la metodología de conteo de esporas mediante el método de tamizado y decantación, (Carreón y Chávez 2002).

## 2.5. Análisis estadísticos.

Los resultados se procesaron bajo la técnica del análisis de varianza y en su caso la prueba de significancia de promedios de Tukey al 5 %. Para las variables materia orgánica y cuenta total microbiana (UFC), se utilizó el modelo:

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

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

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

Para la diversidad de los Hongos Micorrizogenos Arbusculares, se utilizó el índice de Shannon Wiener, bajo la función:

s

$$H = -\sum p_i \log e p$$

Con lo anterior, se utilizó el programa de cómputo species diversity & richness, proyecto Mamiraúa, de Hendersón y Seaby, 2005.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Materia Orgánica.

Cuadro 1 Porcentaje de materia orgánica durante los ciclos de la producción (2004-2005) del aguacate, bajo los 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	6.84	3.02
23 Septiembre 04	6.97	2.73
8 Diciembre 04	9.24	4.73
10 Febrero 05	7.90	3.74
4 Junio 05	10.07	4.90
4 Octubre 05	6.69	3.95

$\bar{X}$

7.75

3.77

De acuerdo al Cuadro 1 se obtuvo alta significancia estadística para la variable porcentaje de materia orgánica, es decir que el promedio de 7.75 % para el manejo orgánico del aguacate, es superior estadísticamente al promedio de 3.77 % de materia orgánica en el manejo convencional. Estos promedios, para la huerta bajo manejo orgánico se ubica en el rango de medio (6.0 – 9.0 %), en cambio para la huerta con manejo convencional se clasifica en un rango bajo (3.0 – 4.5 %), (Castellanos, 2000).

#### 3.2 Unidades Formadoras de Colonias de bacterias (UFC).

Cuadro 2 Cuenta total microbiana (UFC/gr) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional.

Fechas	Manejo Orgánico	Manejo Convencional
16 Noviem (03)	6 500000	69 000000

4 Marzo 04	9750000	42 900000
14 Junio 04	8 125000	55 950000
23 Sept 04	4 700000	3 500000000
8 Diciem 04	13 000000	16 800000
10 Febrero 05	31429000	643442000
4 Junio 05	146 500000	176 000000
4 Octubre 05	11200000	9100000

$\bar{X}$                       28900500                      564148984

Aquí el análisis de varianza de la cuenta total microbiana (UFC/gr) durante el ciclo de producción 2004-2005 en aguacate, bajo manejos: orgánico y convencional, resultó F calculada fue de 1.5767 y  $P > F$  de 0.228, que indica, no significancia estadística, es decir que el promedio de 564148984 de U F C por gr de suelo para el manejo convencional del aguacate, no supera estadísticamente al promedio de 28900500 UFC en el manejo orgánico.

### 3.3. Hongos Micorrízico Arbusculares.

Con una integración de las tres muestras hechas durante 2005, en base en el total de esporas de HMA, de las especies encontradas, fue obtenido:

El cuadro 3 Concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.

Especies	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>Scutellospora coralloidea</i>	36	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>	426	628	486
8 <i>Sclerocistis pachycaulis</i>	90	230	146
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	291	347	236
10 <i>Gigaspora</i> sp 2	15	5	10

Cuadro 4 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	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	913297.00			

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

Especies	$\bar{X}$ de 3 muestreos	Clasificación
7 <i>Glomus constrictum</i>	513 esporas	A
6 <i>Glomus geosporum</i>	406	A B
9 <i>Acaulospora scrobiculata</i>	291	B C

4 <i>Acaulospora spinosa</i>	251	C
5 <i>Glomus tortuosum</i>	212	C
8 <i>Sclerocistis pachycaulis</i>	155	C D
3 <i>Scutellospora coralloidea</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

El Cuadro 5, muestra como las especies *Glomus constrictum* y *Glomus geosporum* fueron sobresalientes en cantidades superiores de cuatrocientas esporas; 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 *Sclerocistis pachycaulis*. De esta manera, el grupo de especies con menor cantidad de esporas queda integrado por: *Scutellospora coralloidea*, *Gigaspora sp 1*, *Gigaspora sp 2* y *Scutellospora verrucosa*.

Cuadro 6. Prueba de Tukey (5 %) del concentrado de los promedios totales de esporas de HMA, en tres muestreos, durante 2005.

Fecha muestreo	MEDIA	
2° (4 junio)	231	A
3° (4 octubre)	178	A B
1° (10 febrero)	165	B

Así, el Cuadro 6, detalla como el promedio total de esporas en el segundo muestreo (época de lluvias) resultó significativamente diferente del primer muestreo, con una diferencia del 29 %. Mostrándose como un intermedio, el último de los muestreos realizados en el conteo de esporas de HMA, con una diferencia del 23 %, respecto al valor más alto.

Cuadro 7. Promedios de los índices de Shannon Wiener, en los manejos: convencional y orgánico, en tres muestreos de 2005.

MANEJO	MUESTREOS 2005			PROMEDIO
	1° (10 feb)	2° (4 jun)	3° (4 oct)	
Convencional	2.2784	2.2309	2.5684	2.3592
Orgánico	2.1938	1.9132	2.7605	2.2892
PROMEDIO	2.2361	2.0721	2.6645	<b>2.3242</b>

Cuadro 8 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	0.36	0.560
Especies	9	13.17	1.46	7.13	0.000
Tipos manejo X spp	9	2.44	0.27	1.32	0.260
ERROR	38	7.80	0.21		
TOTAL	59	27.23			

El Cuadro 8 indica: alta significancia de los índices de Shannon Wiener respecto a los tres muestreos realizados en 2005 y en relación a las diez especies identificadas; no significancia entre: los tipos de manejo de los huertos y en la interacción tipos de manejo y especies de HMA.

Cuadro 9 Prueba de Tukey (5 %) de los índices de Shannon Wiener, respecto a los tres muestreos realizados durante 2005.

	MUESTREOS	MEDIA
3° (4 octubre)	2.6645 A	
1° (10 febrero)	2.2361 B	
2° (4 junio)		2.0721 B

El Cuadro 9 indica que el mayor índice de diversidad (H), se obtuvo en el tercer muestreo del cuatro de octubre. Así, el primero y segundo muestreo son semejantes, pero manifiestan alta diversidad (valores mayores de dos).

Cuadro 10 Prueba de Tukey (5 %) de los índices de Shannon Wiener (H) de las diez especies de HMA identificadas en tres muestreos de 2005

	Especie	MEDIA
6	<i>Glomus geosporum</i>	2.8311 A
5	<i>Glomus tortuosum</i>	2.7328 A
4	<i>Acaulospora spinosa</i>	2.6314 A B
3	<i>Scutellospora coralloidea</i>	2.6267 A B
8	<i>Sclerocistis pachycaulis</i>	2.5915 A B
2	<i>Scutelospora 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

Así, el Cuadro 10 muestra que solo los menores índices de diversidad, se obtuvieron con las especies *Glomus constrictum* y *Gigaspora sp 1*, ya que las otras ocho especies sus índices se ubicaron en un rango de 1.9723 (*Acaulospora scrobiculata*) a 2.8311 (*Glomus geosporum*)

#### IV. CONCLUSIONES

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

En la variable cuenta total microbiana (UFC/gr), el promedio de 564148984 para el manejo convencional, no mostró diferencia significativa respecto al promedio de 28900500 en el manejo orgánico del aguacate.

El número de esporas de HMA fue mayor en un 62 % en promedio, en el huerto bajo manejo orgánico, respecto al manejo convencional, además de que las cantidades son consistentes en diferencias proporcionales desde el primer (64 %), segundo (62 %) y tercer (77 %) muestreos.

En tres 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 *Scutelospora verrucosa* y *Gigaspora sp 1* fueron las menos numerosas, con promedio general de 4 y 9 esporas respectivamente, durante los tres periodos muestreados.

Los valores promedio de 2.3242, de los Índices de diversidad de Shannon Wiener (H) de las esporas de HMA, en manejos de aguacate: convencional y orgánico, indican alta diversidad y entre los índices de diversidad en los manejos : convencional y orgánico no hay diferencias en diversidad de esporas. Sin embargo entre las tres fechas de muestreos, sobresale el índice de 2.6645, del tercer muestreo (4 octubre de 2005).

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

## 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.

Castellanos, J.Z.; J.X. Uvalle y A. Aguilar. 2000. Curso de interpretación de análisis de suelo, agua, planta y ECP (Savia). Memorias. León, Gto.

CEIEGDRUS, 2004. "Boletín Estadístico del Sector Agroalimentario". Número 3 Año 1, Diciembre 2004. (SAGARPA, SEDAGRO, SIAP, INEGI)

Henderson P. A. and Seaby R.M.H., 2005. Species diversity & richness. Proyecto Mamiraúa. University of Oxford, Department of Zoology and PISCES Conservation Ltd.