

# APLICACIÓN DE VERMICOMPOSTA Y HONGOS MICORRÍZICOS EN LA PRODUCCION DE PLANTA DE AGUACATE EN VIVERO

Juan C. Reyes Alemán<sup>1</sup>, Ronald Ferrera-Cerrato<sup>2</sup> y Alejandro Alarcón<sup>2</sup>

## RESUMEN

En el proceso de propagación de aguacate en vivero, se puso en práctica la aplicación de vermicomposta, y la inoculación con hongos micorrízicos. Se evaluó la aplicación de la vermicomposta sin mezclar en el sustrato de crecimiento que consistió de una mezcla de suelo de huerta + suelo forestal + agrolita (3:2:1 v/v/v), y de los hongos micorrízicos en la planta sin realizar trasplante. Como referencia, se realizó inoculación de hongos micorrízicos al trasplante. Se observó que la forma de aplicación de vermicomposta fue eficiente en aumentar el desarrollo del injerto, incrementando de 39.6 a 48.0 cm su altura final. La fertilización nitrogenada no superó al tratamiento con vermicomposta. La forma de aplicación del hongo no resultó eficiente, y la práctica de trasplante retrasó 50 días la injertación de la planta.

**Palabras clave:** Vermicomposta, hongo micorrízico, aguacate, propagación.

## EARTHWORM COMPOST AND MYCORRHIZAL FUNGUS APLICATION ON AVOCADO PLANT PRODUCTION AT NURSERY

### SUMMARY

It was carried out at nursery the use of earthworm compost and mycorrhizal fungus inoculation. Both, were applied after seedling germination, no transplanting was made. It was evaluated the compost application way without mixing in the soil, only layed on this, and the fungus inoculation 60 days after germination. As a reference, it was made an inoculation treatment with transplanting. As a result, it was found that the earthworm compost application increased the final graft growth, from 39.6 to 48.0 cm of height, the nitrogen fertilized treatment did not improve the composted one. The fungus application way was not efficient in promoting the plant. Grafting practice was delayed 50 days in the transplanted treatment. The alternative substrate to forest soil was a mixture of orchard soil + forest soil + vermiculite (3:2:1 v/v/v).

**Key words:** Earthworm compost, Mycorrhizal fungus, Avocado, Propagation

---

<sup>1</sup> Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. Ignacio Zaragoza # 6, Coatepec Harinas, Estado de México C.P. 51700. Tel (723)14 50160.

<sup>2</sup> Área de Microbiología, Especialidad de Edafología. IRENAT-CP, Carretera México-Texcoco, Km 36.5 Montecillo, Méx. CP 56230. Tel: (595) 9520200 Ext 1280.

## INTRODUCCION

La utilización de hongos micorrízicos en la propagación de frutales ha sido reportada exitosamente por diferentes autores (González-Chávez, *et al.* 1998), así como la vermicomposta en la propagación de aguacate (*Persea americana* Mill.) (Reyes *et al.* 1998). Los resultados han sido favorables incrementando sustancialmente el desarrollo de la planta. Ambas tecnologías, representan 2 opciones ecológicas en la propagación de aguacate.

En aguacate, la inoculación con hongos micorrízicos han favorecido la resistencia al trasplante (Menge, *et al.* 1978), el desarrollo, los parámetros fisiológicos como fotosíntesis, conductancia estomática y absorción nutrimental (Godinez, *et al.* 1986; Reyes *et al.* 1998), y mayor éxito en la adaptación de plántulas propagadas *in vitro* (Azcón - Aguilar *et al.* 1992).

En vivero, numerosas fuentes de materia orgánica como compostas y vermicompostas han beneficiado la propagación y el desarrollo de especies (Tomati *et al.* 1993; García, 1999). De la misma manera, se han logrado sustituir materiales cuya utilización tradicional representa riesgo ambiental e incrementos en el costo de producción de la planta, tal es el caso del suelo forestal que ha sido utilizado ampliamente como sustrato de vivero. El bosque ha sido sometido a una sobre explotación, el mantillo del bosque ha sido utilizado ampliamente en el viverismo, además de otras actividades como, la tala inmoderada, el sobre pastoreo e incendios hacen vulnerable cada vez mas la cubierta a la erosión. El suelo agrícola es un sustrato que puede sustituir al suelo forestal con un menor costo ecológico. La vermicomposta puede ser utilizada para mejorar las características físicas de los sustratos que podrían utilizarse alternativamente y en dosis bajas enriquecer el contenido nutrimental en la maceta sin provocar daños secundarios por acumulación excesiva de sales.

En el presente estudio, la inoculación y la adición de vermicomposta se realizaron sin hacer trasplante, con el propósito de evitar dos efectos no deseables, en primer lugar, la detención temporal del crecimiento y debilitamiento de planta, y en segundo lugar, la intoxicación de algunas plantas por el exceso de sales contenidas en la vermicomposta al ser mezclada en el sustrato y ponerse en contacto directo con las raíces en crecimiento provocando quemaduras en el follaje.

De acuerdo a lo anterior, en el presente estudio, el objetivo consistió en evaluar la aplicación de hongos micorrízicos y de vermicomposta en la propagación de plantas de aguacate sin realizar trasplante, haciendo uso de un sustrato con un bajo contenido de suelo forestal.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en un microtúnel en el vivero frutícola del Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C. en Coatepec Harinas, México.

## **Materiales**

Como sustrato de crecimiento se utilizó la mezcla suelo agrícola + suelo forestal + agrolita (3:2:1 v/v/v). El suelo agrícola consistió de suelo de huerta de aguacate, el suelo es franco, de origen volcánico, con pH de 6, conductividad eléctrica (C.E.) de 0.10 mmhos  $\text{cm}^{-1}$ , materia orgánica (MO) de 5.1 %. El suelo forestal tuvo características tales como pH 5.5, C.E. de 0.44, porcentaje de MO de 16.1, 0.8 % de nitrógeno y 3 ppm de fósforo y 0.54 meq/100 g de potasio. La mezcla fue previamente tratada con formol al 1 %.

Los portainjertos utilizados provinieron de semillas de la variedad Bacon (Raza Mexicana), que fueron cortadas en los cotiledones (corte de candado) para favorecer la germinación y desinfectadas con Captan y Benlate 3 y 1 g  $\text{L}^{-1}$  respectivamente antes de sembrarse. La siembra se realizó el 10 de febrero de 1999 en forma directa en macetas de plástico negro de 4 L colocando la semilla a 1 cm de profundidad.

La vermicomposta y el inóculo micorrízico fueron producidos en el Área de Microbiología de Suelos del Programa de Edafología en el Colegio de Postgraduados. La vermicomposta fue obtenida de paja de trigo y procesada por la lombriz *Eisennia andrei* Bouché, contiene 0.23 meq/L de  $\text{NO}_3$ , 411 ppm de fósforo y 32.0 meq/L de potasio. El inóculo micorrízico consistió de un complejo del género *Glomus* sp. denominado "Zac-19" integrado por las especies *G. diaphanum*, *G. albidum*, y *G. claroides* (Chamizo *et al.* 1998), el inóculo consistió de una mezcla de raíces segmentadas de sorgo crecidas en arena de río, haciendo la función de sustrato vivo para reproducir los hongos micorrízicos, el inóculo contenía aproximadamente 2100 esporas  $100 \text{ g de suelo}^{-1}$  y una colonización de 24 % de hifas en la raíz de la planta de sorgo.

La fuente de fertilización consistió de  $\text{NH}_3\text{SO}_4$  aplicado cada 90 días en el tratamiento denominado "con fertilización", al cual le fueron realizadas 3 aplicaciones durante el desarrollo del experimento.

## **Métodos**

El experimento consistió de 8 tratamientos, cada uno con 8 repeticiones, se manejaron 3 factores; vermicomposta, micorriza y fertilizante, el arreglo se dispuso como se indica en el Cuadro 1.

### **Establecimiento de tratamientos**

Las semillas germinaron a los 50 días de la siembra (30 de marzo de 1999), los tratamientos se aplicaron 60 días luego de la emergencia (mayo). En el tratamiento con aplicación de vermicomposta, ésta fue aplicada en la parte superior de la maceta sin incorporar en el suelo, dejando un espacio libre para realizar los riegos en la planta.

En el tratamiento correspondiente a micorriza, el inóculo (15 g) se colocó debajo de los cotiledones de la semilla, 60 días luego de haber emergido la plántula.

En el tratamiento fertilizado, 60 días luego de la germinación se adicionaron 4 g de  $\text{NH}_3\text{NO}_4$   $\text{planta}^{-1}$ , 90 días después (agosto) se adicionaron 8 g  $\text{planta}^{-1}$ , y 90 días después (noviembre) se agregaron 10 g  $\text{planta}^{-1}$ .

Cuadro 1. Listado de tratamientos en el experimento.

Número de tratamiento	Vermicomposta (% aplicado en la maceta)	Micorriza (g inóculo planta <sup>-1</sup> )	Fertilizante
1	0	0	Sin
2	0	0	Con
3	0	15	Sin
4	0	15	Con
5	10	0	Sin
6	10	0	Con
7	10	15	Sin
8	10	15	Con
9 <sup>1</sup>		15	

<sup>1</sup> = Tratamiento de referencia (Se inoculó la raíz de planta realizando transplante).

### Injertación

Las plantas se injertaron el 8 de julio (100 a 120 días después de la emergencia), todos los tratamientos se injertaron en enchapado lateral a 15 cm de altura con varetas de la variedad Hass, el prendimiento tuvo lugar 21 días después (29 de julio).

### Evaluación

Los parámetros evaluados antes de la injertación fueron altura y diámetro de portainjerto. Los parámetros evaluados después de injertación fueron; altura y diámetro del injerto. Las evaluaciones se hicieron cada 60 días.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Portainjerto

El desarrollo del portainjerto no presentó influencia por efecto de tratamientos antes de la injertación, solo se observó la tendencia a un mayor crecimiento de diámetro de tallo por efecto de la vermicomposta al pasar de 0.68 a 0.73 cm. La vermicomposta al ser colocada sobre el suelo de la maceta no presentó daños por sales en el follaje como había sido observado anteriormente (Reyes, 1998). Al colocar la vermicomposta sobre el suelo de la maceta ocurre liberación de nutrimentos durante su descomposición que con los riegos pudieron haberse aprovechado en el crecimiento del portainjerto. Inicialmente, la vermicomposta puede dañar a la planta al liberar sustancias tóxicas, el riesgo puede ser mayor si las raíces se ponen en contacto directo con ésta inmediatamente después de haber sido adicionada.

## Injerto

Se observó efecto significativo en la altura del injerto con el tratamiento donde se aplicó la vermicomposta (Cuadro 2), no existiendo diferencias significativas en los demás tratamientos ni en sus interacciones, tanto en la altura del injerto como en el diámetro del injerto.

El efecto benéfico de la vermicomposta fue observado después de la injertación y se mantuvo hasta el momento de considerar a la planta apta para su establecimiento en campo. A los 120 días después de la injertación, la altura del injerto sin vermicomposta fue de 20.6 cm, incrementándose a 26.42 cm cuando se adicionó, 30 días después, a los 150 días fue de 21.4 contra 28 cm en el tratamiento adicionado, y a los 200 días después de la injertación, pasó de 39.6 cm a 47.9 cm respectivamente (Fig. 1).

Cuadro 2. Comportamiento y significancia estadística de altura y diámetro de planta a los 120, 150 Y 200 días después de la injertación.

Tratamientos				Variables					
Vermicomposta (%)	Micorriza (g inóculo planta <sup>-1</sup> )	Fertilizante (g planta <sup>-1</sup> )	Altura del injerto (cm)			Diámetro del injerto (cm)			
			a 120 días de injertación	a 150 días de injertación	a 200 días de injertación	A 90 días de injertación n	a 150 días de injertación n	a 200 días de injertación n	
1	0	0	Sin	25	26.0	40.2	0.78	0.74	1.22
2	0	0	Con	20.8	21.0	36.7	0.68	0.53	1.12
3	0	15	Sin	17.6	17.6	42.2	0.67	0.61	1.07
4	0	15	Con	19.2	21.1	39.8	0.66	0.59	1.10
5	10	0	Sin	25.9	26.9	51.9	0.71	0.64	1.14
6	10	0	Con	26.3	27.4	45.9	0.71	0.64	1.2
7	10	15	Sin	27.5	28.7	45.3	0.73	0.72	1.13
8	10	15	Con	26.0	29.0	48.6	0.82	0.7	1.20
Tratamiento de referencia <sup>1</sup> (Aplicación de hongos micorrízicos con práctica de trasplante)					10.3	28.2		0.35	0.80

Significancia de las pruebas de F

NS = No significativo, \* = Significativo a P= 0.05, \*\* = Significativo a P = 0.0.

<sup>1</sup> = La injertación se retrasó, realizándose 50 días después de los tratamientos que no fueron trasplantados

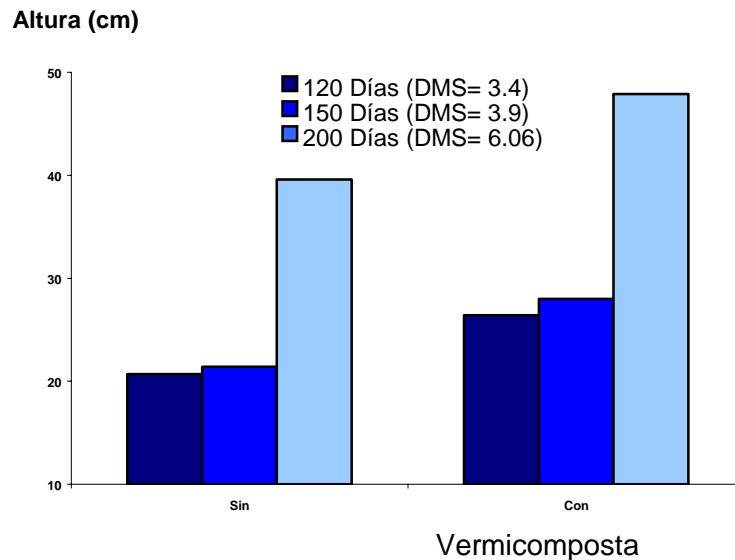


Figura 1. Efecto de vermicomposta en altura de injerto; 120, 150 y 200 días después de injertación.

El uso de vermicomposta para mejorar las condiciones físicas y nutritivas del sustrato se observó como práctica útil en la propagación de aguacate. Algunos autores han indicado que la vermicomposta podría ser suficiente para cumplir las necesidades nutrimentales de la planta, de esta manera no se tendría la necesidad de adicionar microelementos y fósforo en el sustrato (Tomati *et al.* 1993; Sikora y Yakovchenko, 1996)

Tampoco se observó efecto de los hongos micorrízicos inoculados al trasplante, posiblemente debido al tiempo corto de observación, ya que con el trasplante la injertación se retrasó 50 días. Como se ha establecido anteriormente realizando inoculación al trasplante, el aguacate es una especie que responde después de 150 días (Godinez *et al.*, 1986). lo cual indica que la respuesta pudo haber sucedido un poco después.

El no observar respuesta en los tratamientos no transplantados e inoculados con hongos micorrízicos, posiblemente se deba a la forma de aplicación del inóculo que no fue eficiente al haber sido colocado debajo de los cotiledones de la semilla cuando la germinación ya había sucedido 60 días antes. Posiblemente no hubo contacto entre la raíz y el inóculo micorrízico, la semilla confiere a la raíz un crecimiento inicial vigoroso el cual pudo haber profundizado lo suficiente para no interceptar al inóculo que fue colocado 2 cm debajo de los cotiledones. Debido a lo anterior, se recomienda evaluar otra forma de aplicación del inóculo micorrízico, al respecto Dharmaraj e Irulappan (1982) citados por González-Chávez (1998) determinaron que el mayor beneficio a las plantas de aguacate de 4 meses de edad se obtuvo al colocar el inóculo a 2.5 cm debajo de la superficie durante la siembra.

La aplicación de  $\text{NH}_3\text{SO}_4$  no mejoró el desarrollo de la planta, posiblemente la dosis adicionada no fue suficiente, en este caso, tendría que haber sido incrementada. Otros elementos como fósforo y potasio que en el caso de la vermicomposta enriquecieron al sustrato, pudieron haber sido necesarios en el tratamiento donde solo se aplicó fertilizante nitrogenado.

## CONCLUSIONES

La vermicomposta aplicada sobre el suelo de la maceta de la planta favoreció el incremento de altura de injerto.

La inoculación con hongos micorrízicos aplicados debajo de los cotiledones de la semilla de aguacate 60 días después de la germinación no fue eficiente en estimular el crecimiento de la planta.

La práctica de transplante detiene temporalmente el crecimiento de la planta, retrasando la obtención de planta de aguacate injertada.

## RECOMENDACION

Es recomendable evaluar el efecto de aplicación del inóculo micorrízico debajo de la semilla al momento de la siembra, con la finalidad de buscar mayores beneficios en el crecimiento de planta, evitando así la práctica de transplante.

## LITERATURA CITADA

- Azcón-Aguilar, C., A. Barceló, M.T. Vidal and G. de la Viña. 1992. Further studies on the influence of mycorrhizae on growth and development of micropopagated avocado plants. *Agronomie*. 12:837-840.
- Chamizo, A., R. Ferrera-Cerrato y L. Varela. 1998. Identificación de especies de un consorcio del género *Glomus*. *Rev. Mex. Micología*. 14:37-40.
- García, C., T. Hernandez and F. Costa. 1991. The influence of composting on the fertilizing value of an aerobic sewage sludge. *Plant and Soil*. 136:269-272.
- García, P, R.E. 1999. La lombricoltura en la agricultura orgánica. *In*. Memorias del IV Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica, La agricultura orgánica es una ventana abierta a un futuro biosustentable. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. pp 256-261.
- Godínez, R.M., R. Ferrera-Cerrato, J.J. Cortes, and J.I. Dominguez, 1986. Response of avocado (*Persea americana* Mill) to inoculation with endomycorrhiza v-a. Abstracts. Fourth International simposium on microbial ecology. Ljubljana, Yugoslavia. August 24-29. p. 150.
- González-Chávez C., R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez-Moreno. 1998. Biotecnología de la micorriza arbuscular en fruticultura. Area de Microbiología, Colegio de Postgraduados. 131 p.
- Menge, J.A., R.M. Davis, R.M., Johnson, and G.A. Zentmyre. 1978. VA mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Cal. Agric*. 32: 6-7.
- Reyes, A, J.C., A. Alarcón y R. Ferrera-Cerrato. 1998. Utilización de la tecnología de los hongos micorrízicos en aguacate. *In*. Memoria XI Curso Internacional de Actualización, Fruticultura Avanzada, Cultivo, Manejo y Exportación. CICTAMEX S.C. Ixtapan de la Sal, México.
- Sikora, L.J. and V. Yakovchenko. 1996. Soil organic matter mineralization after compost amendment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1401-1404.
- Tomati, U., E. Galli y R. Buffone. 1993. Compost in floriculture. *Acta Horticulturae*. 342:175-181.

Whitsell, R.H., G.E. Martin, B.O. Bergh, A.V. Lypps and W.H. Brokaw. 1989. Propagating avocados, Principles and techniques of nursery and field grafting. University of California. Publication 21461. 30 p.