

VERMICOMPOSTA COMO COMPONENTE DE SUSTRATO Y SU EFECTO EN LA RAÍZ DE CUATRO ESPECIES DE PLANTAS ORNAMENTALES

VERMICOMPOST AS A COMPONENT OF GROWING MEDIA AND ITS EFFECT ON THE ROOT OF FOUR SPECIES OF ORNAMENTAL PLANTS

**Carlos Manuel Acosta-Durán^{1*}, José Antonio Chávez-García³,
Denisse Acosta-Peñaloza²**

¹Laboratorio de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias; ²Facultad de Ciencias Biológicas; Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, col Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

³Sustratos de Morelos SPR de RL. Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor responsable. Correo-e: acosta_duran@yahoo.com.mx

RESUMEN

En México, la producción de hortalizas y plantas ornamentales en contenedor, es una de las actividades de mayor derrama económica a nivel nacional y el uso de vermicomposta como componente de sustrato es una alternativa viable porque puede incrementar el rendimiento de especies vegetales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la vermicomposta como componente de sustrato en el crecimiento radical de especies ornamentales. El experimento se realizó en la UAEM en Cuernavaca, Morelos, México. Se evaluaron seis tratamientos en dosis de 100, 75, 50 y 25% de vermicomposta mezclados con un sustrato general (partes iguales de Tierra de Monte, Fibra de coco y Aserrín de Pino) y un control químico. Las especies utilizadas

fueron: Agerato (*Ageratum houstoniano*), Belén (*Impatiens walleriana*), Petunia (*Petunia hybrida*) y Clavo verde (*Phittosporum tobira*). A los 60 días, se registraron datos de longitud, volumen, peso fresco y seco de raíz y se analizaron mediante un diseño completamente al azar, de 6 tratamientos con 12 repeticiones por especie. Las medias se separaron con una prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados mostraron diferencias significativas en casi todas las variables observadas como efecto de los diferentes tratamientos aplicados. En longitud de raíz se observaron diferencias importantes según la especie. En volumen de raíz el mejor tratamiento en todas las especies fue el de 100% de vermicomposta al igual que en producción de biomasa, fue el mejor en agérato, belén y clavo. En petunia el mejor tratamiento fue el Químico. En todos los casos el testigo fue el de menor producción de biomasa. Se concluyó que la aplicación de vermicomposta mejora

el desarrollo de las raíces de manera similar que la fertilización química con diferencias entre especies. Las dosis de aplicación de vermicomposta presentaron resultados irregulares pero en todos los casos superaron al testigo.

Palabras clave: *vermicomposta, sustrato, crecimiento radical, plantas ornamentales.*

ABSTRACT

In Mexico, production of vegetables and ornamentals plants in container is one of the greatest economic benefit activities. The use of vermicompost as substrate component is a viable alternative because it can increase the yield of plants. The aim of this study was to evaluate the effect of vermicompost as substrate component in root growth of ornamental plants. The experiment was conducted at the UAEM in Cuernavaca, Morelos, Mexico. Six treatments at doses of 100, 75, 50 and 25% of vermicompost, mixed with a general substrate (equal parts of forest loam, coconut fiber and pine sawdust) and a chemical control, were evaluated. The species used were: Agerato (*Ageratum houstonian*), Belen (*Impatiens walleriana*), Petunia (*Petunia hybrida*) and Japanese pittosporum (*Phittosporum tobira*). At 60 days after transplant, data of length, volume, fresh and dry weight of root were recorded and analyzed using a completely randomized design of 6 treatments with 12 replicates per species. Means were separated with Tukey's test ($p < 0.05$). The results showed significant differences in most of the observed variables as effect of different treatments applied. In root length significant differences were observed depending on the species. In root volume the best treatment in all species was 100% vermicompost as in biomass production was better in ageratum, belen y pittosporum. In petunia the best treatment was the Chemical treatment. In all cases the control had the lowest biomass production. It was concluded that the application of vermicompost improves root development similarly as the chemical fertilizer with

species differences. Application rates of vermicompost showed irregular results but in all cases exceeded the Control.

Keywords: *vermicompost, growing media, root growth, ornamental plants.*

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de hortalizas y plantas ornamentales en contenedor, es una de las actividades de mayor derrama económica a nivel nacional (Agroentorno, 2009). La agricultura orgánica, es una alternativa ecológica y económicamente sustentable para el mantenimiento de la capacidad productiva (Fortis-Hernández *et al.*, 2009). El uso de vermicomposta como componente de sustrato es una alternativa para la producción de hortalizas y plantas ornamentales en contenedor (Marquéz-Hernández *et al.*, 2008), debido a que posee propiedades que pueden incrementar el rendimiento de diversas especies vegetales, lo que la hace un material de muy buena calidad (Moreno-Reséndez *et al.*, 2008). El buen desarrollo de raíces en el contenedor es fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la vermicomposta como componente de sustrato en el desarrollo radical de cuatro especies de plantas ornamentales crecidas en contenedor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos, México, ubicado entre los 18°58' LN y 99°14' LO, a una altura de 1892 msnm, con temperatura media de 20.9 °C, precipitación anual de 1086 mm y un clima A(C)_w, semicálido subhúmedo (Taboada, 2000). Se utilizó una cubierta tipo túnel de plástico fototratado al 50%, con temperaturas mínima y máxima de 6 °C y 35 °C respectivamente. Se trasplantaron plántulas de cinco centímetros

de altura en contenedores de plástico negro de 6" que previamente se llenaron con los tratamientos a evaluar. Se aplicaron riegos con agua limpia dos veces por semana. Se evaluaron seis tratamientos: Control: 100% sustrato general; Químico: 100% sustrato general + Peters 20-20-20®; V100: 100% Vermicomposta; V75: 75% vermicomposta + 25% sustrato general; V50: 50% vermicomposta + 50% sustrato general; y V25: 25% vermicomposta + 75% sustrato general. El sustrato general fue preparado con partes iguales de Tierra de Monte, Fibra de coco y Aserrín de Pino. A las plantas del tratamiento químico, se les aplicaron 200 ppm de fertilizante comercial Peters® 20-20-20, dos veces a la semana después del riego. La vermicomposta fue obtenida de residuos de jardinería colocados para su transformación con la lombriz *Eusemia foetida*. Antes del trasplante, se realizaron análisis de laboratorio a los sustratos para determinar las propiedades físicas y químicas, con las técnicas que describe Acosta-Durán (2012). Las especies utilizadas fueron: Agerato (*Ageratum houstoniano*), Petunia (*Petunia hybrida*), Belén (*Impatiens walleriana*) y Clavo verde (*Phittosporum tobira*). A los 60 días después del trasplante, se registraron datos de longitud, volumen, peso fresco y seco de raíz y se analizaron mediante un diseño completamente al azar, de 6 tratamientos con 12 repeticiones por especie. La unidad experimental fue de un contenedor con una planta. Las medias se separaron con una prueba de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Propiedades fisicoquímicas de sustrato

Los resultados muestran resultados esperados en el sentido que ya se conoce que la aplicación de vermicomposta en un sustrato aumenta la densidad aparente, la retención de humedad, la conductividad eléctrica y el pH, y por otro lado reduce el espacio poroso (Cuadro 1) (Acosta-Durán, 2012)

A excepción de la densidad aparente, puede observarse que los niveles de retención de humedad, conductividad eléctrica, espacio poroso y pH de todas las dosis de vermicomposta, pero principalmente de V75 y V100, se asemejaron a los que Abad (1993) y Ansorena (1994) consideran como óptimas, por lo que en su conjunto, a éstas se atribuyen los promedios de las variables de crecimiento (Cuadro 1). Este trabajo provee pistas sobre cómo la vermicomposta como componente de sustrato influye positiva y significativamente en el crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales.

Desarrollo radical

Los resultados mostraron diferencias significativas en casi todas las variables observadas como efecto de los diferentes tratamientos aplicados (Cuadros 2 y 3).

Longitud de raíz

En Agerato los promedios de la longitud de raíces registraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos aplicados. El tratamiento Químico presentó las raíces más largas, superando en un 28.54% a los demás tratamientos. No se encontró diferencia estadística significativa entre las dosis de vermicomposta aplicadas y el Control.

Estos resultados son similares a lo que reportó Aguilar-Benítez (2011) quien caracterizó la germinación de plántulas de maíz y frijol con respuesta contrastante a sequía, en suelo con 1.5%, 3.6% y 9% de vermicomposta y potenciales de agua de -0.03 y -2.0 en condiciones de laboratorio, encontrando que la mayor concentración de vermicomposta tuvo efectos negativos en la longitud de raíz, y en algunos casos inhibió por completo el crecimiento de la misma, atribuyendo éstos resultados a la presencia de sustancias reguladoras de crecimiento presentes en la vermicomposta.

En Petunia no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los promedios de los tratamientos aplicados, lo que indica que en este trabajo, las dosis de vermicomposta empleadas no indujeron cambios significativos en el comportamiento de las raíces de las plantas en contenedor.

Existe evidencia científica de que en algunas especies vegetales, la adición de vermicomposta en sustrato tiene efectos negativos significativos en el desarrollo y crecimiento de las plantas así como el desarrollo de la raíz, tal como lo reportó Aguilar-Benítez (2011) quien caracterizó la germinación de plántulas de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laboratorio, encontrando que la mayor concentración de vermicomposta (9%), presentó los menores promedios de longitud de raíz. Contrario a lo anterior, en esta variable no se observaron efectos negativos en el desarrollo radical de petunia, ya que todas las dosis de vermicomposta utilizadas presentaron promedios estadísticamente iguales a la fertilización química.

En Belén se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en los promedios obtenidos para ésta variable. Las plantas que presentaron las raíces más largas pertenecían al tratamiento V100. Estadísticamente, el resto de los tratamientos utilizados mostraron valores iguales, a excepción de V75 que obtuvo los valores menores.

Lo anterior es parecido a lo reportado por Maracajá et al. (2007), quienes verificaron la producción de biomasa de plantas de hierbabuena (*Mentha piperita* L.) expuestas a diferentes dosis de vermicomposta en dos tipos de suelo y encontraron que la mayor longitud de raíz se observó con la mayor de dosis de vermicomposta para ambos suelos, concluyendo que la inclusión de

vermicomposta tuvo efectos positivos significativos en el desarrollo de las raíces.

En Clavo Verde los promedios obtenidos mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo las plantas del tratamiento Químico las que presentaron las raíces más largas con respecto al resto de los tratamientos. En este caso, V100 se presentó como el peor tratamiento.

Éstos resultados fueron diferentes a lo que reportaron Moghadam et al. (2012), debido a que en ésta variable se observó que la mayor dosis de vermicomposta mostró las raíces más cortas. Moghadam et al. (2012), evaluaron diferentes dosis de vermicomposta de estiércol bovino mezclado con suelo agrícola para producir Azucena (*Lilium asiatic* hybrid var. Navona) en contenedor y encontraron que las raíces más largas se obtuvieron con la dosis de 30 % de vermicomposta, lo que sugiere que la adición de ésta en dosis bajas, tiene efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de las raíces.

Entre las especies se esperaba un comportamiento similar cuando se colocaron en el mismo sustrato, sin embargo hubo diferencias entre las respuestas de las especies en sustratos similares como consecuencia de su condición genética (Figura 1). En longitud de raíz el mejor sustrato para las cuatro especies fue el Químico, aunque en Petunia y Belén no hubo diferencia con los otros sustratos, en Agerato y Clavo verde se observaron diferencias significativas con los demás tratamientos.

Volumen de raíz

En Agerato, el tratamiento V100 presentó los valores mayores con respecto al resto de los tratamientos, superando al resto de las dosis de vermicomposta en un 40%, y al Control con un 57.15% (Cuadro 2).

Cuadro 1. Resultados de los análisis de las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados en el cultivo de Agerato, Petunia, Belén y Clavo Verde en contenedor.

Tratamiento / Composición		DA (g/L)	EP (%)	RH (%)	CE (dS m ⁻¹)	pH
Control	100 % sustrato general	159.0*	74.5	28.5	0.437	4.7
Químico	100 % SG + Peters® 20-20-20	160.0	74.0	29.0	0.438	4.7
V100	100 % vermicomposta	631.0	65.0	53.4	4.022	6.9
V75	75 % vermicomposta + 25 % SG	531.0	68.0	44.5	2.925	6.8
V50	50 % vermicomposta + 50 % SG	417.0	72.0	42.0	2.153	6.4
V25	25 % vermicomposta + 75 % SG	269.0	78.0	37.0	1.869	6.2

*Todos los datos son promedio de dos repeticiones. DA= densidad aparente; EP= espacio poroso; RH= retención de humedad; CE= conductividad eléctrica; SG= sustrato general.

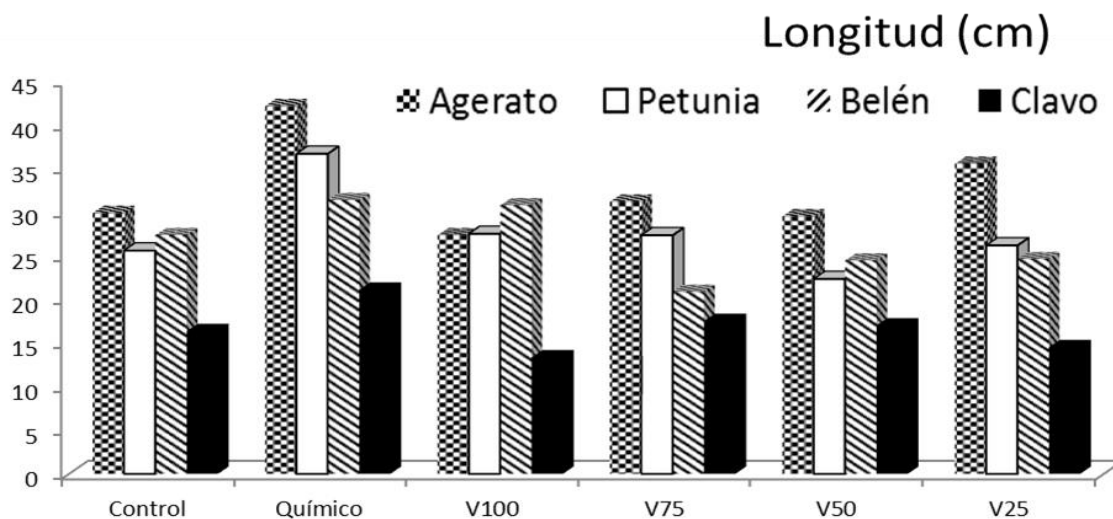


Figura 1. Comparación de la longitud de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

Los promedios obtenidos coincidieron con lo reportado por Villa-Briones *et al.* (2006) quienes probaron el efecto de la vermicomposta mezclada con suelo agrícola, para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y observaron diferencias significativas entre los tratamientos, encontrando que el suelo mejorado con vermicomposta presentó volúmenes de raíz significativamente mayores con respecto al testigo, siendo la dosis de 20% (p/p) la que mostró los volúmenes más altos y la menor incidencia de agallamiento por nematodos.

En Petunia se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Los tratamientos Químico, V100 y V75 mostraron valores estadísticos iguales y los promedios mayores de volumen de raíz, superando al resto de los tratamientos aplicados (Cuadro 2). El comportamiento de esta variable fue similar al de la variable anterior, por lo que no es extrañarse que las dosis mayores de vermicomposta mostraran resultados estadísticamente iguales al tratamiento químico y que en su conjunto presentaran los mayores valores de volumen radical; al mismo tiempo, los

resultados obtenidos en este trabajo son parecidos a lo que reportaron Villa-Briones *et al.* en 2006, quienes observaron que los mayores volúmenes de raíz se obtuvieron con la dosis de vermicomposta más alta (20% p/p) mezclada con suelo agrícola, en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en campo.

En Belén, el volumen de raíz se comportó igual que las variables anteriores, pues los tratamientos Químico y V100 fueron los que presentaron los mayores valores (Cuadro 2). Estos resultados son similares a los de Manjarrez-Martínez *et al.* (1999) quienes evaluaron el efecto de la inoculación con *Glomus* spp. Zac-19 y cinco dosis de vermicomposta en el desarrollo de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de invernadero, encontrando que el volumen radical de las plantas tratadas con las dosis más altas de vermicomposta indujeron los mayores promedios de volumen de raíz.

En Clavo Verde el volumen de raíz presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. Los valores más altos fueron dados por V100 y V75. El peor tratamiento fue el Control. Se puede observar que en clavo verde las dosis más altas de vermicomposta presentan los promedios más altos de volumen de raíz (Cuadro 2), resultado similar al de Manjarrez-Martínez *et al.* (1999) y Villa-Briones *et al.* (2006), quienes evaluaron el efecto de diferentes dosis de vermicomposta en chile serrano (*Capsicum annuum* L.) y jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) respectivamente, y observaron que las dosis más altas de vermicomposta presentaron los volúmenes radicales más altos también; concluyendo en ambos casos, que la inclusión de vermicomposta en el sustrato para el cultivo de hortalizas tiene efectos positivos significativos en el desarrollo de las mismas, mostrando incrementos importantes en el volumen de la raíz, así como en otras variables de crecimiento y desarrollo vegetal.

En el volumen de raíz los mejores resultados se observaron en los tratamientos V100 y Químico que fueron iguales en las cuatro especies, además de que en clavo no se observaron diferencias con las otras dosis de vermicomposta (Figura 2). En todas las especies el tratamiento Control fue el peor en esta variable.

Peso fresco de raíz

En Agerato se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). Se observó que hubo diferencias entre las diferentes dosis de vermicomposta, siendo V100 el tratamiento que presentó los valores mayores con respecto al resto. V100 superó al tratamiento Químico en un 28.59% y al Control en un 60.98% (Cuadro 3).

Éstos resultados presentaron una tendencia similar a los observados en la investigación de Atiyeh *et al.* (2002) en cuanto a que la adición de vermicomposta aumenta el peso fresco de raíz en las plantas. Atiyeh *et al.* (2002) señalaron que tras aplicar diferentes dosis de vermicomposta (del 0 al 100% en intervalos de diez) en un sustrato comercial para producir *Tagetes patula* en condiciones de invernadero; los mayores promedios de peso fresco de raíz fueron obtenidos con las dosis de 20 a 70% de vermicomposta, mismos que fueron superiores con respecto al tratamiento control, pero que no presentaron diferencias significativas entre sí.

En Petunia esta variable presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos: los mayores valores, se obtuvieron con el tratamiento Químico que superó a las dosis más altas de vermicomposta en un 32%; mientras que el Control fue superado en un 60.72% (Cuadro 3).

Cuadro 2. Longitud y volumen de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

	Longitud (cm)				Volumen (ml)			
	Agerato	Petunia	Belén	Clavo	Agerato	Petunia	Belén	Clavo
Control	29.87 b	25.58 a	27.33 ab	16.33 bc	14.17 c	5.00 b	5.00 b	8.33 b
Químico	42.13 a	36.67 a	31.33 a	21.08 a	27.50 ab	11.67 a	23.33 a	12.50 ab
V100	27.33 b	27.50 a	30.75 ab	13.33 d	31.67 a	9.17 a	19.17 a	17.50 a
V75	31.17 b	27.33 a	20.85 b	17.50 ab	25.00 bc	10.00 a	10.83 b	14.17 a
V50	29.50 b	22.33 a	24.42 ab	17.00 bc	15.00 c	5.00 b	5.00 b	13.33 ab
V25	35.50 ab	26.17 a	24.58 ab	14.50 cd	20.00 bc	7.50 b	5.00 b	14.17 ab
CV	9.745	14.015	15.081	10.48	25.103	19.187	26.710	21.516
DMS	7.58	8.74	9.58	4.19	13.63	3.50	7.25	7.25

En las columnas, letras iguales indican sin diferencia significativa (Tukey $p < 0.05$).

V: vermicomposta; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa.

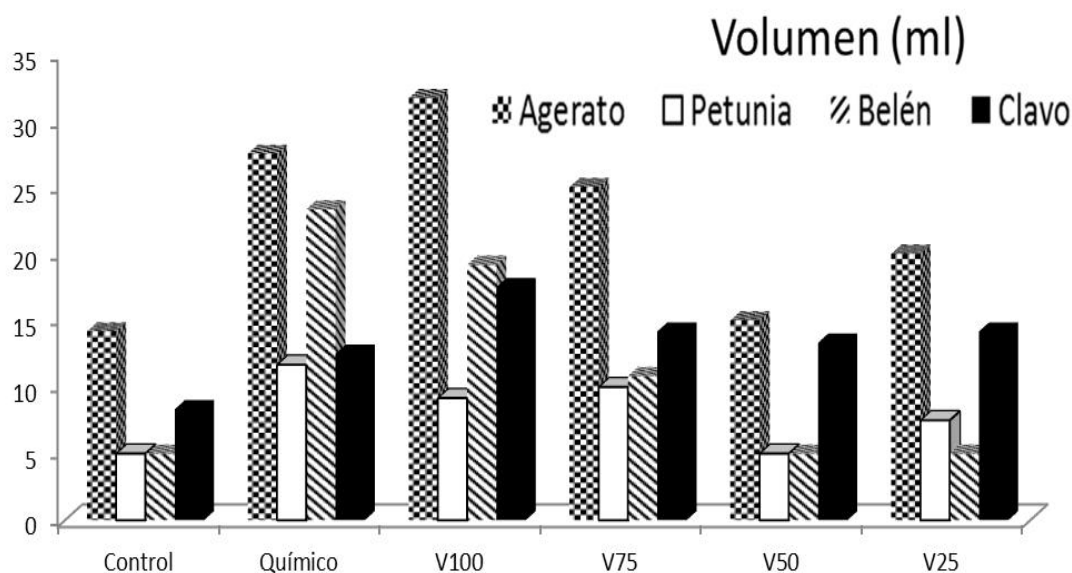


Figura 2. Comparación del volumen de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

Díaz-Rivas y Díaz-Ruiz (2009) reportaron resultados coincidentes con los obtenidos para ésta variable; ellos compararon dosis de vermicomposta (25, 50% y 75%), fosfonitrato, sulfato de amonio y urea en diferentes dosis con el objetivo de evaluar sus efectos en la distribución de materia y la nodulación en una variedad de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tras el experimento, se encontró que los

fertilizantes nitrogenados presentaron los mayores promedios de nodulación, pero fue la dosis de 50% de vermicomposta la que presentó los promedios más altos de peso fresco con respecto al resto de las dosis.

En Belén las plantas tratadas con V100 y Químico presentaron pesos frescos estadísticamente iguales y superaron al resto de las dosis de vermicomposta y al

Control en un 70% (Cuadro 3). Este resultado es similar a los de Ascituo *et al.* (2006) quienes evaluaron el efecto de la vermicomposta sobre el crecimiento y sanidad de Belén (*Impatiens wallerana*) en dosis de 25%, 50%, 75% y 100% de vermicomposta mezclado con sustrato comercial, observando que las dosis de 75 y 100% mostraron los promedios de peso fresco más grandes con respecto a las demás dosis utilizadas, atribuyendo esto a la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos, así como reguladores de crecimiento en la vermicomposta.

En Clavo Verde el análisis de ésta variable mostró diferencias estadísticas entre los promedios reportados por los tratamientos ($P \leq 0.05$). El mayor peso fresco de raíz fue reportado por V100 que superó al resto de los tratamientos evaluados y superó al Químico en un 48.78%. El Control fue el peor tratamiento (Cuadro 3).

Puede observarse que los mayores promedios de peso fresco de raíz coinciden con la dosis más alta de vermicomposta, lo que difiere de los resultados que reportaron Atiyeh *et al.* (2001) y Peyvast *et al.* (2008). Los primeros reportaron que con dosis superiores al 30% de vermicomposta en contenedor, las plantas de Marigold (*Tagetes patula*) presentaban una disminución significativa en el crecimiento radical; mientras que los segundos, compararon tres vermicompostas: estiércol porcino, estiércol bovino y lodos residuales, en diferentes dosis (0, 10%, 20%, y 30%) mezcladas con suelo, para determinar el efecto de éstas en el crecimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), observando que los mayores promedios se obtuvieron con la dosis de 10% en las tres vermicompostas.

Para esta variable el tratamiento Químico fue el mejor en Petunia, en cambio el V100 fue el mejor para Agerato y Clavo (Figura 3). En Belén los mejores fueron el Químico y el V100 lo que parece indicar que la condición genética de la especie influye en la elección del mejor sustrato para la producción de biomasa.

Peso seco de raíz

En Agerato los resultados obtenidos en ésta variable son similares a los de la variable anterior, por lo que no es raro observar que el tratamiento que obtuvo los mayores promedios de peso fresco de raíz también haya obtenido los mayores pesos secos de la misma. Del mismo modo, dichos resultados coincidieron con los reportados por Atiyeh *et al.* (2002) que tras evaluar el efecto de los ácidos húmicos de vermicompost de estiércol porcino y restos de comida mezclados con vermiculita, para producir pepino y tomate, encontraron que el peso seco de raíz aumentaba conforme la dosis de ácidos húmicos también lo hacía.

En Petunia se encontraron diferencias estadísticas para esta variable ($P \leq 0.05$). Los mayores promedios de peso seco de raíz se obtuvieron en el tratamiento V100 que fue mayor con respecto al Control y V25. El peor tratamiento resultó ser V50 que presentó los promedios menores de la variable (Cuadro 3). Pudo observarse que los mayores promedios de ésta variable fueron parecidos a lo que reportaron Atiyeh *et al.* (2002), en un estudio que realizaron en pepino (*Cucumis sativus*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), para evaluar el efecto de los ácidos húmicos de vermicomposta mezclados con vermiculita para producir dichas hortalizas bajo condiciones de invernadero; tras evaluar diversas variables de crecimiento, encontraron que los mayores promedios de peso seco de raíz se obtuvieron con las dosis mayores de ácidos húmicos concluyendo que la vermicomposta tiene efectos significativos en la biomasa radical.

En Belén los mayores promedios de peso seco de raíz fueron dados por los tratamientos Químico y V100 que presentaron valores estadísticamente iguales y que superaron al resto de los tratamientos en un 78%. Como en el caso de la variable anterior, se observa que los mayores promedios de peso seco de raíz coinciden con las mayores dosis de vermicomposta como componente del sustrato (Cuadro 3). Éstos resultados son

similares a lo reportado por Ascitutto *et al.* (2006) quienes observaron que con dosis de 75 y 100 % de vermicomposta en el cultivo de Belén, se presentaron los mayores promedios para ésta variable.

En Clavo Verde, V100 resultó ser el mejor tratamiento con respecto al resto; superó en un 38.5% al Químico, y al Control en un 58%, siendo éste último el peor de los tratamientos (Cuadro 3). Los resultados observados para ésta variable fueron

similares a los que reportaron Arancon *et al.* (2003), quienes tras evaluar el efecto de los ácidos húmicos derivados de estiércol vacuno, desperdicios de comida y restos de papel, en la producción de pimientos, tomates y claveles, con sustrato comercial Metro-Mix360, mezclado con diferentes dosis de humatos, concluyeron que a mayor concentración de ácidos húmicos de vermicomposta, se presentaban los mayores pesos secos de raíz en plantas producidas en invernadero.

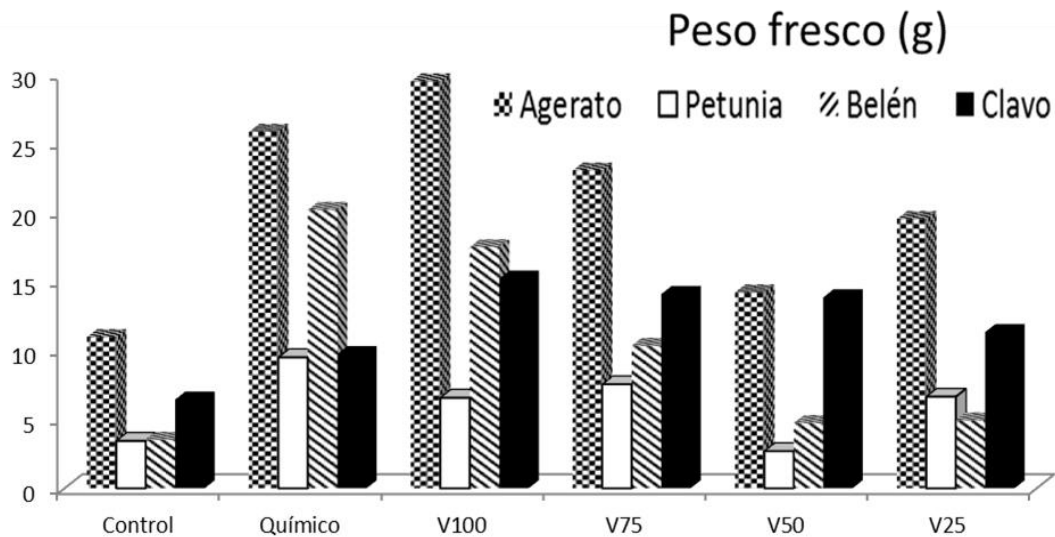


Figura 3. Comparación del peso fresco de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

Cuadro 3. Biomasa de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

	Peso Fresco (g)				Peso Seco (g)			
	Agerato	Petunia	Belén	Clavo	Agerato	Petunia	Belén	Clavo
Control	10.95 d*	3.43 cd	3.52 c	6.43 d	1.28 c	0.33 bc	0.23 b	1.18 b
Químico	25.82 bc	9.48 a	20.17 a	9.73 c	3.06 ab	0.80 a	1.79 a	1.74 b
V100	29.48 a	6.55 b	17.47 a	15.20 a	4.24 a	0.71 ab	1.32 a	2.81 a
V75	23.03 b	7.53 ab	10.33 b	14.07 b	1.94 bc	0.74 a	0.69 b	2.14 ab
V50	14.18 cd	2.68 d	4.72 b	13.83 b	1.34 c	0.23 c	0.28 b	1.95 ab
V25	19.50 cd	6.63 bc	4.92 c	11.32 bc	1.70 c	0.47 abc	0.33 b	1.99 ab
CV	16.887	20.316	26.155	12.908	27.897	30.785	29.907	23.291
DMS	8.18	3.04	6.53	3.83	1.56	0.42	0.57	1.17

*En las columnas, letras iguales indican sin diferencia significativa (Tukey $p < 0.05$).

V: vermicomposta; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa.

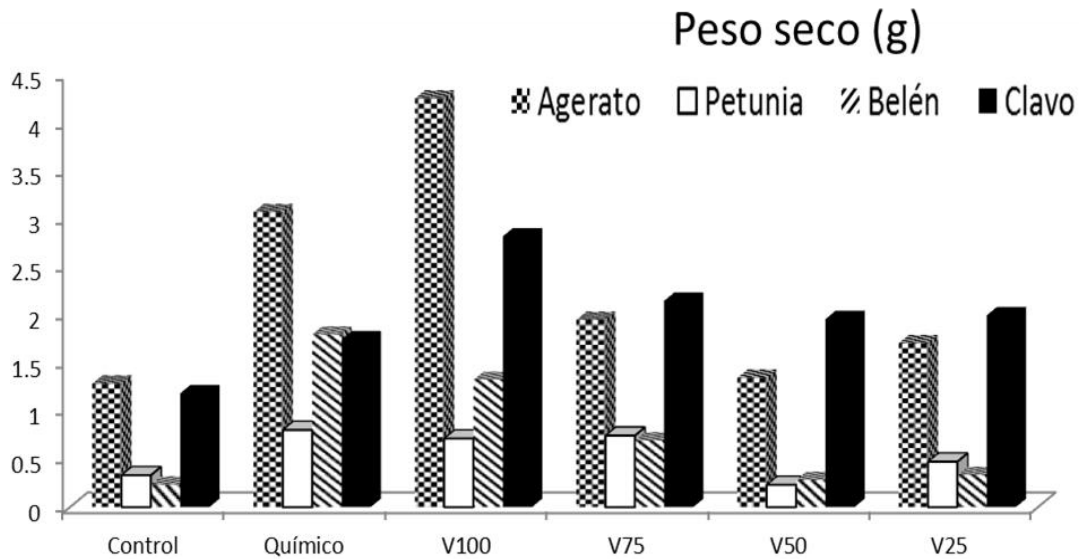


Figura 4. Comparación del peso seco de raíz de cuatro especies ornamentales en sustratos base vermicomposta.

En las diferentes variables de crecimiento medidas en clavo verde se observó el mismo comportamiento que en Agerato, Belén y Petunia (Figura 4). Los mayores promedios fueron dados por los tratamientos con las dosis más altas de vermicomposta. Aunque en algunas de las variables no se encontraron diferencias significativas entre las dosis de vermicomposta, en su conjunto siempre fueron superiores a los tratamientos Control y Químico.

Los resultados agronómicos coincidieron con los niveles de las propiedades fisicoquímicas determinadas en los sustratos, es decir, los tratamientos Control y Químico arrojaron niveles significativamente inferiores a lo considerados óptimos en un sustrato de cultivo (Abad, 1993; Ansorena, 1995), por lo que no es de sorprenderse que las plantas tratadas con ellos no presentaran un desarrollo favorable.

CONCLUSIONES

La aplicación de vermicomposta mejora el desarrollo de las raíces de

manera similar que la fertilización química con diferencias entre especies.

Las dosis de aplicación de vermicomposta presentaron resultados irregulares pero en todos los casos superaron al tratamiento Control.

Se encontró que de manera general, la aplicación de vermicomposta como componente de sustrato y como sustrato puro, proporcionó condiciones óptimas para el cultivo en contenedor de Agerato, Petunia, Belén y Clavo verde.

La dosis de vermicomposta en el rango de 75% a 100% de inclusión en sustrato para cultivo en contenedor, permite un adecuado desarrollo vegetativo en las plantas, debido a que los tratamientos que incluyeron dichas dosis presentaron los mayores promedios en las variables estudiadas.

Se observó que los tratamientos V100 y V75 que incluyen porcentajes de 100% y 75% de vermicomposta respectivamente, obtuvieron promedios estadísticamente similares a los obtenidos por el tratamiento Químico en la mayoría de las variables (62.5%). Por otro lado, fueron

superiores con respecto al tratamiento Químico en 18.7% de las variables evaluadas.

El peor tratamiento fue el Control debido a que fue menor con respecto al resto de los tratamientos en 87.5% de las variables en las cuatro especies evaluadas.

LITERATURA CITADA

- Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. pp. 47-62. In: Cultivo sin suelo. F. Canovas y J. Díaz. (eds). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. España.
- Acosta-Durán, C.M. 2012. Selección de sustratos para Horticultura. Redes Editores, México. 108 pp.
- Agroentorno, 2009. La horticultura ornamental en Veracruz y México. Revista Mensual Agroentorno. Número 111/año 12. Ed. Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) Pp.12-15.
- Aguilar-Benítez, G. 2011. Efecto de la aplicación de vermicomposta en la mitigación del estrés hídrico en plantas tipo C3 y C4. Tesis Doctoral. Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.
- Ansorena M., J. 1995. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20 (208): 217-218.
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi Prensa, Madrid. España. 172 pp.
- Arancon N., Q., Stephen Lee, C. A. Edwards, R. Atiyeh. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. The 7th international symposium on earthworm ecology. Cardiff - Wales 2002. Pedobiologia. 47: 741-744.
- Asciutto, K., M.C. Rivera, E.R. Wright, D. Morisigue, M.V. López. 2006. Effect of vermicompost on the growth and health of *Impatiens walleriana*. International Journal of Experimental Botany 75: 115-123.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Metzger, J.D. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. y Metzger, J.D. 2001. Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. Bioresource Technology 78: 11-20.
- Díaz-Rivas, M.A., Díaz-Ruíz, R. 2009. Efecto de fertilizantes nitrogenados y lombricomposta en la distribución de materia seca y nodulación en frijol. En: (http://www.somas.org.mx/imagenes_somas/2/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/38.pdf).
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J.A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar, J.L. García-Hernández y Orozco-Vidal, J.A. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Revista Terra 27:324-336.
- Manjarréz-Martínez, M.J., R. Ferrera-Cerrato y M.C. González-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. Terra 17: 9-15.
- Maracajá, P.B., A.H. Sousa, F.C. Márques. 2007. Crecimiento de plantas de hierbabuena en varias dosis de vermicomposta en dos tipos de suelos. Centro Agrícola 34(4): 61-64.
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Rodríguez-Dimas, N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de

tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México* 34 (1): 69-74.

Moghadam, Ali Reza Ladan; Zahra Oraghi Ardebili; Fateme Saidi. 2012. Vermicompost induced changes in growth and development of *Lilium asiatic* hybrid var. Navona. *African Journal of Agricultural Research* 7(17): 2609-2621.

Moreno-Reséndez, A., Gómez-Fuentes, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., Reyes-Carrillo, J.L., Puente-Manríquez, J.L., Rodríguez-Dimas, N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost:arena en invernadero. *TERRA Latinoamericana* 26 (2): 103-109.

Peyvast, Gh., J.A. Olfati, S. Madeni, A. Forghani. 2008. Effect of vermicompost on

the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 6(1): 110-113.

Taboada S., M. 2000. Propuesta de regionalización agroclimática para el cultivo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) en el estado de Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 95 pp.

Villa-Briones, A., Zavaleta-Mejía, E., Vargas-Hernández, M., Gómez-Rodríguez, O., Ramírez-Alarcón, S. 2006. Incorporación de vermicomposta para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 14(3): 249-255.