

VERMICOMPOSTA COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE *Pittosporum tobira* EN CONTENEDOR

VERMICOMPOST USE AS GROWING MEDIA FOR *Pittosporum tobira* POT GROWING

**Carlos Manuel Acosta-Durán^{1*}, Noelia Vázquez-Benítez²,
Denisse Acosta-Peñaloza³, Oscar Gabriel Villegas-Torres¹**

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, ²Estudiante de posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural; ³Facultad de Ciencias Biológicas; Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av Universidad 1001, col Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

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

RESUMEN

La utilización de métodos intensivos de producción hortícola ha incrementado los niveles de contaminación del entorno productivo, lo que ha generado la necesidad de buscar alternativas menos agresivas con el ambiente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes proporciones de inclusión de vermicomposta como componente de sustrato para el cultivo de *Pittosporum tobira* en contenedor. Se realizó un experimento en el campo experimental de la UAEM en el que se evaluó la inclusión de vermicomposta en proporciones de 100, 75, 50 y 25 %, además de un tratamiento de fertilización química y un testigo absoluto. Las dosis de vermicomposta se mezclaron con un sustrato preparado con partes iguales de tierra de monte, aserrín de pino y fibra de

coco. Se utilizaron esquejes enraizados de 10 cm de longitud. Antes del trasplante se realizaron análisis físicos y químicos de los sustratos. Se midieron nueve variables de crecimiento y desarrollo y los datos se analizaron con un análisis de varianza, las medias se separaron con la prueba de DMS ($p < 0.05$). El tratamiento de 100 % de vermicomposta fue el que mostró los mejores resultados, superando incluso a la fertilización química. El peor tratamiento fue el testigo. Se concluyó que la utilización de vermicomposta como sustrato proporciona las condiciones adecuadas para el crecimiento de *P. tobira* en contenedor, además de que la aplicación de niveles altos de vermicomposta (50 y 75 %) también favorece el desarrollo de las plantas sustituyendo la aplicación de fertilizantes químicos.

Palabras clave: *Plantas ornamentales, sustratos, nutrición orgánica.*

ABSTRACT

The use of intensive methods of horticultural production has increased pollution levels in the production environment, which has generated the need for alternatives less aggressive to the environment. The aim of this study was to evaluate different ratios of vermicompost including as substrate component for *Pittosporum tobira* pot production. An experiment was conducted at the experimental field of UAEM, which included evaluation of 100, 75, 50 and 25 % vermicompost ratios, a chemical fertilizer treatment and an absolute control treatment. The doses of vermicompost were mixed with a substrate prepared with equal parts of forest soil, pine sawdust and coconut fiber. 10 cm in length rooted cuttings were used. Physical and chemical analysis of the substrates, before transplantation were performed. Nine variables were measured for plant growth and development. Data were analyzed with an analysis of variance and means were separated by LSD test ($p < 0.05$). The best results were showed by treatment prepared with 100 % of vermicompost, surpassing even chemical fertilization. The worst results were observed in control treatment. The use of vermicompost as growing media provides suitable conditions for the growth of *P. tobira* potting, and the application of high levels of vermicompost like substrate component (50 and 75 %) also favors the development of plants, replacing chemical fertilizer application, was concluded.

Keywords: *Ornamental plants, growing media, organic nutrition.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el notable deterioro de los suelos y los ecosistemas mexicanos se debe a prácticas agrícolas mal empleadas, al uso indiscriminado de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas sintéticos) que ponen en riesgo el equilibrio ecológico y la salud humana y animal, y en

general a la falta de conciencia ambiental; debido a esto ha sido necesario buscar soluciones para minimizar el impacto de la agricultura en los ecosistemas y a su vez, mantener el ritmo de producción en materia económica (Vázquez-Benítez *et al.*, 2012).

Se estima que en México, la producción de hortalizas y plantas ornamentales (de corte y en contenedor) se cotiza en más de 5 275 millones de pesos anuales y genera un promedio de ocho a diez trabajos fijos por hectárea, así como 50 mil empleos eventuales que se traducen en más de 150 mil familias beneficiadas cada año, reafirmando como una de las actividades de mayor derrama económica a nivel nacional (Agroentorno, 2009).

Acosta-Durán *et al.* (2012) señalan que la calidad de las plantas producidas en contenedor depende del tipo de sustrato a utilizar y de sus características físico-químicas, debido a su influencia sobre la disponibilidad de los nutrientes, las condiciones de aireación y el contenido de agua, por lo que es de vital importancia tomar en cuenta éstas para el adecuado desarrollo de las plantas, ya que algunas son prácticamente imposibles de modificar una vez que se le coloca en el contenedor.

Hoy en día, la fertilización orgánica se presenta como una opción viable para la obtención de productos de alta calidad y como una oportunidad para promover el uso de insumos de origen regional y coadyuvar al mejoramiento y recuperación de los ecosistemas a largo plazo, sin comprometer la salud humana ni la integridad del ambiente (Gómez *et al.*, 2002; Gómez-Tovar y Gómez-Cruz, 2004).

Dentro de los abonos orgánicos más utilizados, se encuentran los estiércoles de animales (gallinaza, vacaza, guano), algunos abonos minerales y los llamados biofertilizantes como la lombricomposta (vermicomposta) y las micorrizas, que además de minerales también aportan microorganismos vivos al suelo (SAGARPA, 2008). La vermicomposta, también conocida

como *humus de lombriz*, *lombricompuesto*, *compost* o *abono de lombriz* y *lombricomposta*, es un abono orgánico que resulta de la bio-oxidación y estabilización de los residuos orgánicos gracias a la acción combinada de lombrices y microorganismos que los transforman en un material mineralizado, humificado y rico en flora bacteriana (Arancon *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2008; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Bajo la premisa de que, la óptima producción de plantas de ornato en contenedor depende en gran medida de un amplio conocimiento en técnicas de riego, fertilizantes y sobre todo de sustratos (García *et al.*, 2001), se han realizado investigaciones acerca del uso de vermicomposta como sustrato de crecimiento (pura o combinada con otros componentes) para producir hortalizas y plantas de ornato, encontrando que su uso es aconsejable, ya que favorece el crecimiento vegetal, aumenta los rendimientos y satisface la demanda nutricional de diversas especies, al mismo tiempo que ayuda a minimizar el uso de fertilizantes debido a sus características físicas, químicas y biológicas, colabora en la supresión de enfermedades presentes en el suelo y además es de bajo costo (Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

El clavo verde (*Pittosporum tobira*) está considerada dentro de las cinco primeras plantas ornamentales en orden de importancia económica; su popularidad se basa en su resistencia a suelos calizos, poca necesidad de cuidados especiales, su fácil propagación y su precio accesible (Cabrera y Orozco, 2003; Sánchez, 2003; Cabrera *et al.*, 2007). Se ha realizado poca investigación científica, por lo que las cifras estadísticas reales sobre su producción e importancia económica, así como literatura sobre del uso de sustratos para la producción de clavo verde, son escasas (Cabrera y Orozco, 2003). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de inclusión de

vermicomposta como componente de sustrato sobre el comportamiento agronómico de clavo verde en contenedor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Estado de Morelos (UAEM), en el municipio de Cuernavaca, Morelos. Dicho campo se halla ubicado entre los 18° 58' LN y 99° 14' LO, a una altura de 1892 msnm y presenta una temperatura media de mayo a octubre de 20.9 °C, una precipitación total anual de 1086 mm y un clima A(C)w₀, semicálido subhúmedo (Taboada, 2000).

Se utilizó una cubierta tipo túnel de plástico fototratado al 50 %, de 30 m de largo, 10 m de ancho y 4.5 m de altura, con una temperatura promedio de entre 6 °C y 35 °C con cubierta plástica en el suelo. Se utilizaron macetas de polietileno negro de 6".

Se evaluaron seis tratamientos: cuatro dosis de inclusión de vermicomposta mezclada con sustrato general, un tratamiento con fertilización química y un testigo (Cuadro 3). El sustrato general fue preparado con partes iguales de tierra de monte, fibra de coco y aserrín de pino. La vermicomposta fue obtenida de residuos de jardinería colocados para su transformación con lombriz roja de california (*Eisenia foetida*) y donada por la micromprensa mexicana BIOMAZA del municipio de Mazatepec, Morelos.

Se determinaron las características físicas y químicas de los sustratos antes del trasplante (Cuadro 3), de acuerdo a la metodología correspondiente para cada una: La Densidad aparente se determinó por el método de la probeta (Ansorena, 1994); el Espacio poroso por el método descrito por Acosta-Durán (2012); la determinación de Retención de humedad se

realizó por el método de la columna colgante (De Boodt *et al.*, 1974), mientras que, la Conductividad eléctrica y el pH fueron determinadas por el método de extracto de saturación (Warncke, 1986).

Se utilizaron esquejes enraizados de clavo verde, que fueron propagados en las instalaciones del Laboratorio de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con la técnica de Ocampo-Ocampo y Acosta-Durán (2011). Las plántulas fueron trasplantadas y colocadas al centro de los contenedores previamente llenos con los tratamientos asignados.

A los 15 días después del trasplante (ddt) se llevó a cabo un "pinch" para inducir el crecimiento radial y la generación de brotes vegetativos.

Se aplicaron riegos manuales con agua limpia dos veces por semana. A las plantas del tratamiento que requirieron fertilización química, se les aplicó fertilizante comercial Peters® 20-20-20 (200 ppm), dos veces a la semana después del riego (200 ml por planta).

Se observaron y tomaron medidas de las variables a evaluar cada dos semanas hasta que las plantas alcanzaron su tamaño comercial (60 ddt).

El experimento se desarrolló bajo un diseño experimental completamente al azar de seis tratamientos y seis repeticiones, lo que requirió de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental constó de una maceta con una planta.

Se registraron las variables consideradas de crecimiento y desarrollo de la planta bajo los siguientes criterios: Altura del vástago: se midió la altura de la planta a los 60 ddt, desde la base del tallo (nivel del sustrato) hasta la última hoja; Diámetro de tallo: con ayuda de un vernier digital en la base del tallo (inicio de las raíces); Longitud de raíz: se midió desde su origen en la base del tallo hasta la punta de la raíz más larga; Volumen de raíz: se obtuvo colocando las

raíces en una probeta con agua limpia para medir el volumen de agua desplazado; Número de hojas: estos datos se tomaron al momento del corte, a los 60 ddt para cada planta de cada tratamiento; Peso fresco del vástago: se obtuvo con una balanza digital pesando el vástago inmediatamente después de sacarlo de la maceta; Peso fresco de raíz: después del corte (60 ddt), las raíces fueron lavadas para quitar rastros de sustrato e inmediatamente se pesaron en una balanza digital; el Peso seco de vástago y de raíz, se obtuvieron al pesarlos completamente deshidratados, en una balanza digital.

Los resultados experimentales obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA); para determinar las diferencias entre las medias de los diferentes grupos conformados, se aplicó una prueba de DMS considerando un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas (Cuadros 1 y 2). Vermi100 y Vermi75 resultaron los mejores tratamientos debido a que superaron al resto de los tratamientos en la mayoría de las variables evaluadas. Los resultados arrojados por Vermi100 y Vermi75 no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos, a excepción de las variables peso fresco, peso seco de raíz y número de hojas donde Vermi100 fue superior (Cuadros 1 y 2).

Vermi100 y Vermi75 superaron al Químico en casi todos los casos, a excepción de la altura de vástago y la longitud de raíz. El peor tratamiento fue el Testigo en todas las variables (Cuadro 1 y 2).

La variable altura de vástago mostró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. Las plantas con mayor altura fueron aquellas tratadas

con Químico y las dosis altas de vermicomposta (100%, 75% y 50%), entre los que se observaron valores estadísticos similares. El Testigo fue el peor tratamiento (Cuadro 1). Ansari y Sukhraj (2010) estudiaron el efecto de la vermicomposta y sus lixiviados como sustrato para producir oca (*Abelmoschus esculentus*), concluyendo que la vermicomposta superó al fertilizante químico, proporcionando la mayor altura de planta. Por otro lado, estos resultados coinciden con lo reportado por Acevedo y Piré (2004) quienes encontraron que al aumentar la dosis de vermicomposta del sustrato utilizado para producir papaya (*Carica papaya* L.) también lo hacía la altura de planta y que los promedios obtenidos por todas las dosis de vermicomposta aplicadas (0, 5, 10, 15 y 20 % del volumen total) eran incluso mayores con respecto a aquellas plantas que fueron fertilizadas químicamente con sulfato de amonio.

En diámetro de tallo se observaron diferencias estadísticas significativas entre

los tratamientos aplicados ($P \leq 0.05$), las plantas tratadas con vermicomposta, fueron significativamente mayores a los tratamientos en los que no se aplicó. Se observó que en promedio, las dosis de vermicomposta fueron superiores en 18.21 % y 18.10 %, a los tratamientos Químico y Testigo respectivamente (Cuadro 1). Se encontró que los resultados de esta variable fueron diferentes a lo que reportaron Ansari y Sukhraj (2010) quienes estudiaron el efecto de la vermicomposta en la producción de oca (*Abelmoschus esculentus*) y tras evaluar los diferentes tratamientos observaron que el mayor diámetro de tallo lo presentaron las plantas tratadas químicamente, sugiriendo que dicho fenómeno se debió a que los fertilizantes convencionales poseen un mayor porcentaje de sales disponibles, como el nitrato, el fosfato y el potasio, lo que incrementa significativamente el crecimiento de las plantas con respecto a los abonos orgánicos.

Cuadro 1. Comparación estadística de las variables de seis tratamientos de vermicompostas como componente de sustrato para cultivo de clavo verde en contenedor.

Tratamiento	Altura de vástago (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)	Volumen de raíz (ml)	Número de hojas
Testigo	13.00 c*	22.46 c	16.50 c	10.0 b	49.00 d
Químico	30.25 a	22.48 c	22.75 a	12.50 ab	77.50 cd
Vermi100	28.12 ab	27.38 ab	20.95 ab	18.75 a	147.75 a
Vermi75	28.62 ab	27.47 a	20.00 abc	17.50 a	100.50 bc
Vermi50	28.37 ab	25.69 ab	18.37 bc	15.00 ab	113.75 b
Vermi25	22.25 b	25.69 ab	16.12 c	16.25 ab	98.50 bc
CV	11.366	6.082	10.480	21.516	14.868
DMS	6.41	3.40	4.19	7.25	32.68

*En las columnas, letras iguales indican que no se encontró diferencia estadística (Tukey, $P < 0.05$).
Tratamientos: Testigo: 100% sustrato general; Químico: fertilización química con Peters® 20-20-20; Vermi25: 25 % vermicomposta +75 % sustrato general; Vermi50: 50 % vermicomposta + 50 % sustrato general; Vermi75: 75 % vermicomposta+ 25 % sustrato general; Vermi100: 100 % vermicomposta.

Los resultados también fueron diferentes a lo que reportaron Hidalgo-Loggiodice *et al.* (2009), tras evaluar cuatro sustratos a base de vermicomposta y enmiendas orgánicas líquidas en la propagación de maracuyá (*Passiflora edulis* v. *Flavicarpa*) en vivero, concluyendo que el mayor diámetro de tallo se obtuvo con la dosis mínima de vermicomposta y que todas las dosis de ésta superaron al testigo.

En longitud de raíz, los promedios obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$). Las plantas tratadas con Químico, Vermi100 y Vermi75, fueron las que presentaron las raíces más largas con respecto al resto de los tratamientos. En este caso, los peores tratamientos fueron el Vermi25 y el Testigo (Cuadro 1). Éstos resultados fueron diferentes a lo que reportaron Moghadam *et al.* (2012), debido a que en ésta variable se observó que la aplicación de fertilizante químico promovió el mayor crecimiento de la raíz, pues evaluaron diferentes dosis de vermicomposta de estiércol bovino (0, 10, 20 y 30 %) 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 tiene efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de las raíces.

El volumen de raíz presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. Los valores más altos fueron dados por Vermi100 y Vermi75. El peor tratamiento fue el Testigo (Cuadro 1). Se puede observar un comportamiento similar al de las otras variables: las dosis más altas de vermicomposta presentan los promedios más altos de volumen de raíz. Esto coincide con lo que reportaron 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 (*Solanum lycopersicon*) 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 número de hojas, las plantas del tratamiento Vermi100 superaron en 47.55 % y en 66.84 % al tratamiento Químico y al Testigo respectivamente (Cuadro 1). Estos resultados son contrarios a lo que reportaron Masood *et al.* (2012) quienes hicieron una comparación del efecto de la aplicación de composta (Co) y vermicomposta (Ve) de diferentes fuentes (residuos municipales y jardinería) en la producción de Cineraria (*Pericallis x hybrida* Willd. 'Star Wars'), adicionando las enmiendas orgánicas en una mezcla de suelo agrícola (S) y arena (A) en proporciones 1:1:1, 1:0:1, 2:0:1 y 0:0:1 (S+A+Ve/Co), encontrando que no hubo diferencias significativas entre los dosis aplicadas ni entre las enmiendas y sus fuentes de nitrógeno, sin embargo, se observó que la dosis de vermicomposta al 100 % (0:0:1 S+A+Ve) fue la que presentó el menor número de hojas con respecto al resto de los tratamientos; infiriendo que lo anterior se debió a la alta concentración de sales solubles y la pobre aireación y porosidad presente en la vermicomposta.

En peso fresco de vástago, los tratamientos Vermi100, Vermi75 y Vermi50 fueron estadísticamente similares, pero diferentes a los otros tratamientos, así mismo tuvieron los mayores promedios, superando a los tratamientos Químico y Vermi25. El Testigo fue el peor tratamiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación estadística de las variables de seis tratamientos de vermicompostas como componente de sustrato para cultivo de clavo verde en contenedor.

Tratamiento	Peso fresco de vástago (g)	Peso seco de vástago (g)	Peso fresco de raíz (g)	Peso seco de raíz (g)
Testigo	8.05 c*	2.85 d	6.57 d	1.35 b
Químico	23.32 b	9.09 b	10.45 c	1.98 b
Vermi100	36.10 a	10.98 ab	20.40 a	3.22 a
Vermi75	38.62 a	12.60 a	14.95 b	2.51 ab
Vermi50	33.85 a	9.64 b	14.95 b	2.14 ab
Vermi25	20.45 b	6.45 c	12.05 bc	2.25 ab
CV	10.600	12.520	12.908	23.291
DMS	6.36	2.42	3.83	1.17

*En las columnas, letras iguales indican que no se encontró diferencia estadística (Tukey, $P < 0.05$).
 Tratamientos: Testigo: 100% sustrato general; Químico: fertilización química con Peters® 20-20-20; Vermi25: 25 % vermicomposta +75 % sustrato general; Vermi50: 50 % vermicomposta + 50 % sustrato general; Vermi75: 75 % vermicomposta+ 25 % sustrato general; Vermi100: 100 % vermicomposta.

Los datos obtenidos para esta variable fueron diferentes a los que reportaron Meenakumari y Shekhar (2012) quienes determinaron el efecto la vermicomposta y otros fertilizantes en el crecimiento, rendimiento y calidad del jitomate (*Solanum lycopersicon*) en condiciones de campo; utilizaron la misma concentración de nutrientes en los tratamientos (estiércol, vermicomposta, estiércol + químico, vermicomposta + químico) encontrando que los mejores promedios de peso fresco de vástago fueron obtenidos con la vermicomposta combinada con fertilizantes químicos, mientras que los menores fueron dados por la vermicomposta pura.

En peso seco de vástago el mayor promedio fue obtenido por el tratamiento Vermi75 que fue estadísticamente igual al Vermi100. Vermi75 superó al resto de los tratamientos especialmente al Químico y al Testigo en 38.6 % y en 342.1 % respectivamente (Cuadro 2). Lo anterior coincide con lo reportado por Díaz-Rivas y Díaz-Ruiz (2009) quienes evaluaron el efecto de diferentes fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados: urea, fosfonitrato

y sulfato de amonio (60, 40 y 20 Kg ha⁻¹) y vermicomposta (75 %, 50 % y 25 %) mezclada con suelo agrícola, en el cultivo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero, encontrando que dosis iguales o superiores al 50 % favorecieron la nodulación y la acumulación de materia seca en vástago y raíz en relación los demás dosis probadas.

El mayor peso fresco de raíz fue reportado por Vermi100 que superó al resto de los tratamientos evaluados y superó al Químico en un 48.78 %. El Testigo fue el peor tratamiento (Cuadro 2). 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.

En Peso Seco de Raíz el tratamiento Vermi100 resultó ser el mejor con respecto a los otros tratamientos; superó en 38.5 % al Químico y en 58 % al Testigo, siendo éste último el peor de los tratamientos (Cuadro 2). 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 (0, 250 y 500 mg·kg⁻¹ de sustrato), concluyeron que a mayor concentración de ácidos húmicos de vermicomposta, se presentaban los mayores pesos secos de raíz en plantas producidas en invernadero.

Propiedades físicas y químicas de sustrato

Los mayores promedios en las variables observadas fueron dados por las dosis más altas de vermicomposta. Aunque en algunas de las variables no se encontraron diferencias significativas entre las dosis de vermicomposta, en la mayoría de las variables fueron superiores al Testigo y al Químico.

Los resultados agronómicos coincidieron con los niveles de las propiedades físicas y químicas determinadas en los sustratos (Cuadro 3), es decir, los tratamientos Testigo y Químico arrojaron niveles significativamente inferiores a los considerados óptimos en un sustrato de cultivo (Abad, 1993; Ansorena, 1995), por lo que no es de sorprenderse que las plantas cultivadas en ellos no presentaran desarrollo favorable.

Cuadro 3. Tratamientos para determinar el porcentaje de inclusión de vermicomposta para cultivo de clavo verde en contenedor.

Tratamiento	Composición	Densidad aparente (g/L)	Espacio poroso (%)	Retención de humedad (%)	Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	pH
Testigo	100 % sustrato general	159.0	74.5	28.5	0.325	4.7
Químico	100 % sustrato general + 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	25 % sustrato general + 75 % vermicomposta	531.0	68.0	44.5	2.925	6.8
V50	50 % sustrato general + 50 % vermicomposta	417.0	72.0	42.0	2.153	6.4
V25	75 % sustrato general + 25 % vermicomposta	269.0	78.0	37.0	1.869	6.2

En las variables peso de vástago y longitud de raíz, el tratamiento Químico mostró valores cercanos a los dados por Vermi75 y Vermi100, pero dichos promedios se debieron a la nutrición mineral, ya que se comprobó que el sustrato general a base de tierra de monte, fibra de coco y aserrín de pino no resultó óptimo para el crecimiento de clavo verde.

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 Vermi75 y Vermi100, 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. Este trabajo provee fundamentos sobre cómo la vermicomposta como componente de sustrato influye positiva y significativamente en el crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales de tipo leñoso.

CONCLUSIONES

La aplicación de vermicomposta como componente de sustrato (75%) y como sustrato puro (100 %), proporcionó condiciones óptimas para el cultivo en contenedor de clavo verde promoviendo un adecuado desarrollo vegetativo en las plantas, debido a que presentaron los mayores promedios en la mayoría de las variables.

El peor tratamiento fue el Testigo (partes iguales de tierra de monte, fibra de coco y aserrín de pino) debido a que fue superado por el resto de los tratamientos en todas las variables.

LITERATURA CITADA

1. 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.
2. Acevedo, I. C. y R. Piré. 2004. Effects of vermicompost as substrate amendment on the growth of papaya (*Carica papaya* L.). *Interciencia* 29(5): 274-279.
3. Acosta-Durán, C.M. 2012. Selección de Sustratos para Horticultura. Redes Editores, México. 108 pp.
4. Acosta-Durán, C. M., O. G. Villegas-Torres, D. Rodríguez-Bejar, M. Pérez-Grajales, I. Alia-Tejacal, V. López-Martínez. 2012. Sustratos en la producción de plántula de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) híbrido Chapingo Amarillo. Pp. 31-41. *En: Tópicos selectos de horticultura*. Acosta-Durán et al. (Eds.) Editorial Trillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 232 pp.
5. Agroentorno. 2009. Artículo: La horticultura ornamental en Veracruz y México. *In: Revista Mensual Agroentorno*. Ed. Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) 111 (12): 12-15.
6. Ansari, A. A. y K. Sukhraj. 2010. Effect of vermiwash and vermicompost on soil parameters and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus*) in Guyana. *African Journal of Agricultural Research*. 5(14): 1794-1798.
7. Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi Prensa, Madrid. 172 pp.

8. Ansorena, M.J. 1995. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20 (208): 217-218.
9. Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, J. D. Metzger, S. Lee, y C. Welch. 2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiología* 47: 731–735.
10. Arancon, N. Q., S. Lee, C. A. Edwards y 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. *Pedobiología*. 47: 741–744.
11. 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.
12. Cabrera R., J., R. Orozco M. 2003. Diagnóstico sobre las plantas ornamentales en el Estado de Morelos. Publicación Especial no. 38. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP, Campo Experimental Zacatepec. 26 pp.
13. Cabrera R., J. G. Hernández M., G. Hernández C., P. Torres C., L. Granada C. 2007. Producción de Clavo *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait. en Morelos. Pp. 13. Folleto técnico no. 26. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP, CIRPAS, Campo Experimental “Zacatepec”. México. 19 p.
14. De Boodt, M., O. Verdonck, I. Cappaert. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae* 37: 2054–2062.
15. Díaz-Rivas, M. A., R. Díaz-Ruíz. 2009. Efecto de fertilizantes nitrogenados y lombricomposta en la distribución de materia seca y nodulación en frijol. En: [www.somas.org. http://www.somas.org.mx/imagenes_somas2/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/38.pdf](http://www.somas.org.mx/imagenes_somas2/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/38.pdf). (Consultado noviembre 2012).
16. García C., O., G. Alcántar G., R. I. Cabrera, R. F. Gavi, H. V. Volke. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en Maceta. *TERRA Latinoamericana*. 19 (003): 249-258.
17. Gómez T., L., C. M. Gómez, R. Schwentesius. 2002. Formulación de una propuesta para el estímulo y el desarrollo de la agricultura orgánica en México. Seminario Latinoamericano: Producción, comercialización y Certificación en agricultura orgánica. Resúmenes. Universidad Chapingo, Chapingo, Estado de México.
18. Gómez-Tovar, L., M. A. Gómez-Cruz. 2004. La agricultura orgánica en México y el mundo. *CONABIO: Biodiversitas* 55: 13-15.
19. Hernández, J. A., L. F. Guerrero, C. L. E. Mármol, B. Bárcenas, E. Salas. 2008. Caracterización física según granulometría de dos vermicompuestos derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de palma aceitera. *Interciencia*. 33 (9): 668-671.
20. Hidalgo-Loggiodice, P. R., M. Sindoni-Vielma, C. Marín. 2009. Evaluación de sustratos a base de vermicompost y enmiendas orgánicas líquidas en la propagación de parchita (*Passiflora*

- edulis* v. *flavicarpa*) en vivero. Revista UDO Agrícola 9 (1): 126-135. 2009.
21. 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.
 22. Masood, G. G., M. Khosh-Khui y F. Nazari. 2012. Comparison of municipal solid waste compost, vermicompost and leaf mold on growth and development of cineraria (*pericallis* × *hybrida* 'star wars'). Plant Archives. 12(1): 449-453.
 23. Meenakumari, T. y Shekhar M. 2012. Vermicompost and other fertilizers effect on growth, yield and nutritional status of tomato (*lycopersicon esculentum*) plant. World Research Journal of Agricultural Biotechnology. 1(1):14-16.
 24. Moghadam, Ali Reza Ladan; Zahra Oraghi Ardebili y Fateme Saidi. 2012. Vermicompost induced changes in growth and development of Liliium Asiatic hybrid var. Navona. African Journal of Agricultural Research. 7(17): 2609-2621.
 25. 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.
 26. Ocampo-Ocampo A., C. M. Acosta-Durán. 2011. Propagación vegetativa de clavo verde (*Phittosporum tobira*) en condiciones de invernadero. Investigación Agropecuaria 8(2): 183-200.
 27. 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.
 28. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Servicio de Información agroalimentaria y Pesquera (SIAP) www.sagarpa.gob.mx.
 29. Sánchez, J. M. de L. C. 2003. Las especies del género *Pittosporum* cultivadas en España.
 30. 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.
 31. Vázquez-Benítez, N., C. M. Acosta-Durán, O. G. Villegas-Torres, P. Preciado-Rangel, R. Oliver-Guadarrama. 2012. Aportaciones de la vermicomposta al cultivo de plantas en contenedor. Pp. 89-110. En: Tópicos selectos de horticultura. Acosta-Durán et al. (Eds.) Editorial Trillas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 232 pp.
 32. 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.
 33. Warncke, D.D. 1986. Analyzing greenhouse growth media by the saturation extraction method. HortScience 21: 223–225.