



## Vermicompost substrate for Belen (*Impatiens walleriana* Hook. f.) culture

### Sustrato de lombricomposta para el cultivo de Belén (*Impatiens walleriana* Hook. f.)

Acosta-Durán, C.M.<sup>1,\*</sup>, Bahena-Galindo, M.E.<sup>2</sup>,  
Chávez-García, J.A.<sup>3</sup>, Acosta-Peñaloza, D.<sup>4</sup>,  
Solís-Reynoso, M.G.<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>ProBiSe (Profesionales en Bienes y Servicios), Hacienda de Cocoyoc 20-K, col. Jardines de la Hacienda II, C.P. 62564, Jiutepec, Morelos, México., <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas; <sup>3</sup>Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias; <sup>4</sup>Facultad de Ciencia Biológicas; <sup>5</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

#### ABSTRACT

The current trend of change from soil cultivation to growing media cultivation involves generating materials having properties for optimal crop development in container. Vermicompost is a material produced for the action of earthworms in the decomposition of organic waste materials, which provides physical-chemical properties for the plants culture in pot, with the advantage of not polluting the environment. The aim of this study was to determine the optimal level of inclusion of vermicompost as a component of growing media for the production of *Impatiens walleriana* in container. Treatments of different inclusion percentages of vermicompost (100, 75, 50, 25, 0), mixed with a substrate prepared with equal parts of forest soil, coconut fiber and wood sawdust, were tested and compared with vermicompost alone and with chemical fertilization (200 ppm of 20-20-20 formula with microelements). The results showed that doses of vermicompost in the range of 75 % to 100 % allowed a good vegetative development presenting the highest averages in all measured variables. Treatment of 100 % of vermicompost obtained averages statistically similar with respect

#### Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: August 31<sup>st</sup> 2016.

Accepted/Aceptado: December 14<sup>th</sup> 2016.

#### RESUMEN

La tendencia actual del cambio del cultivo en suelos a sustratos implica la generación de materiales que tengan propiedades para el desarrollo óptimo de los cultivos en contenedor. La lombricomposta es un material producto de la acción de las lombrices de tierra en la descomposición de materiales orgánicos de desecho que aporta características físico-químicas para el crecimiento de plantas en contenedor, con la ventaja de no contaminar el ambiente. El objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel óptimo de inclusión de lombricomposta como componente del medio de crecimiento para la producción de belén (*Impatiens walleriana*) en contenedor. Se probaron tratamientos de diferentes porcentajes de inclusión de lombricomposta (100, 75, 50, 25, 0) mezclados con un sustrato general (preparado con partes iguales de tierra de monte, fibra de coco y aserrín de madera), y se compararon con el sustrato general solo y con fertilización química (200 ppm de 20-20-20 más microelementos). Los resultados mostraron que las dosis de lombricomposta en el rango de 75 % a 100 % permitieron un buen desarrollo vegetativo presentando los mayores promedios en todas las variables estudiadas. El tratamiento de 100 % de lombricomposta obtuvo promedios estadísticamente similares con respecto al Químico, en ocho de las doce variables estudiadas y en las cuatro restantes fue superior, por lo que

#### \*Corresponding Author:

Carlos Manuel Acosta Durán, ProBiSe (Profesionales en Bienes y Servicios), Hacienda de Cocoyoc 20-K, col Jardines de la Hacienda II, CP 62564, Jiutepec, Morelos, México. Phone: +52 777 523 3755. E-mail: [acosta\\_durán@yahoo.com.mx](mailto:acosta_durán@yahoo.com.mx)

to Chemical treatment, in eight of twelve studied variables, and in remaining four treatments, it was higher; so it was concluded that the dose of 100 % of vermicompost is the best treatment and can replace chemical fertilization in *Impatiens walleriana* potting. The characteristics of vermicompost as a substrate were porosity of 65.2 %, moisture retention of 53.4 %, electric conductivity of  $4.12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  and pH of 6.9; the latter gave better results in growth of *Impatiens walleriana* in container.

---

### KEY WORDS

---

Growing media, ornamental plants, organic fertilizers, potting.

---

### Introduction

Nowadays, there is a tendency at a worldwide level towards a fuller control at certain phases of the productive processes of plants and thanks to the technological revolution of agriculture, producers have diverse modern agricultural practices that allow a more complete environmental control; one of these alternative techniques is the substitution of traditional culture in soil by the use of substrate, especially in horticulture, being one of the more intensive sectors in agriculture, which has solved the intensive culture problems such as degraded soils, salinity, phytopathogens incidence and the need to transport complete plants from one place to another, as it occurs with ornamental plants, guaranteeing the horticultural production no matter the time of year or the region there the products are requested (Pastor-Sáez, 1999; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Horticultural substrates are mainly made from in peat and "earth". "Earth" is an organic material that due to its particular optimal characteristics for plant growth, it has been commercially exploited and is considered the main substrate (Tapia-Tapia and Reyes-Chilpa, 2008). It is originated from the deposition of vegetal residuals in soil that are slowly decomposed, which converts it in a hardly renewal resource (Acosta-Durán, 2012); in addition, most of the inorganic fertilizers used in the horticultural industry rely on non-renewable resources such as oil (Moreno-Reséndez *et al.*, 2008), altogether, these represents a high environmental impact of great magnitude if extracted earth amounts, number of overexploited

se concluyó que el sustrato de 100 % de lombricomposta fue el mejor y puede sustituir a la fertilización química en el cultivo de *Impatiens walleriana* en contenedor. El tratamiento de 100 % de lombricomposta, cuyas características fueron: porosidad de 65.2 %, retención de humedad de 53.4 %, conductividad eléctrica de  $4.12 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y pH de 6.9, favoreció los mejores resultados en el crecimiento de *Impatiens walleriana*.

---

### PALABRAS CLAVE

---

Medio de crecimiento, plantas ornamentales, abonos orgánicos, cultivo en contenedor.

---

### Introducción

En la actualidad existe una tendencia a nivel mundial, hacia un control más íntegro en ciertas fases del proceso productivo de las plantas y gracias a la revolución tecnológica de la agricultura, los productores tienen a su alcance diversas prácticas agrícolas modernas que permiten un control ambiental más completo; una de estas técnicas alternativas es la sustitución del cultivo tradicional en suelo por el uso de sustrato, sobre todo en la horticultura, por ser de los sectores más intensivos de la agricultura, lo que ha solucionado la problemática de cultivos intensivos como suelos degradados, salinidad, incidencia de fitopatógenos, y la necesidad de transportar plantas completas de un lugar a otro como sucede con las plantas ornamentales, garantizando así la producción hortícola sin importar la época del año y la región en donde se soliciten sus productos (Pastor-Sáez, 1999; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Los sustratos hortícolas están elaborados principalmente a base de turba y de "tierra de monte". La "tierra de monte" es un material orgánico que por sus características particulares óptimas para el crecimiento de las plantas ha sido explotado comercialmente y es considerado el principal sustrato (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008). Se origina por la deposición de los residuos vegetales en el suelo que se descomponen lentamente, lo que la convierte en un recurso difícilmente renovable (Acosta-Durán, 2012); aunado a esto, la mayoría de los fertilizantes inorgánicos utilizados en la industria hortícola dependen de recursos no renovables como el petróleo (Moreno-Reséndez *et al.*, 2008), lo que en conjunto, representa un impacto ambiental de gran magnitud si se consideran las cantidades de tierra de monte que son extraídas, el número de hectáreas de selvas y bosques que son sobreexplotadas, la cantidad de agroquímicos aplicados y la cantidad de plantas

hectares of forests and jungles, the amount of applied chemicals and the amount of ornate plants that are annually produced in national territory are considered (García *et al.*, 2001; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Currently, horticulture is implementing practices of low environmental impact (Márquez-Hernández *et al.*, 2006), particularly organic fertilization, using diverse organic manure such as compost and vermicompost, and also implementing the use of alternative substrates such as agro-industrial ones, like rice husks and wood sawdust, and the inoculation of endomycorrhizal fungi and nitrogen fixing microorganisms (García *et al.*, 2001; Velasco-Velasco *et al.*, 2001; Valenzuela and Gallardo, 2002), looking for alternatives to accomplish cultures of a better quality in a sustainable way (Gómez *et al.*, 2002; Gómez, 2004); in this context, the use of vermicompost as a substrate component to produce container plants represents an innovative, feasible and low-cost alternative for the production of vegetables and ornamental plants (Marquéz-Hernández *et al.*, 2008).

Organic fertilizers commonly possess a low concentration of some macronutrients, mainly nitrogen and phosphorus in comparison to conventional fertilizers, which is why it is necessary to regulate the amount, the quality and variety of organic residuals that are added to cultures and the availability of its nutrients (Álvarez-Solís *et al.*, 2010).

Vermicompost possesses biologically active substance that favor the regulation of vegetal growth; likewise, its elevated capacity of cationic exchange and humidity retention confer improved properties of soil due to its facilitation of drainage aeration, increasing up to 300 % the yield of diverse vegetative species, which makes it a fertilizer of good quality (Bravo-Varas, 1996; Arancon *et al.*, 2002; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Currently, it is known that vermicompost constitutes a slow liberation source of nutrients at plant disposition (Chaoui *et al.*, 2003) and its addition favors the significant improvement of physical properties of the soil and natural and synthetic substrates (Atiyeh *et al.*, 2001; Ferreras *et al.*, 2006); in addition to indirectly improving vegetal growth, since it favors the production of growth regulators benefiting the development of plants, being auxins, cytokines and giberelines the main hormones induced (Arancon *et al.*, 2002; Domínguez *et al.*, 2010).

de ornato que se producen anualmente en territorio nacional (García *et al.*, 2001; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Actualmente, la horticultura está implementando prácticas de bajo impacto ambiental (Márquez-Hernández *et al.*, 2006), particularmente fertilización orgánica, utilizando diversos abonos orgánicos como la tierra de composta y la lombricomposta, e implementando también el uso de sustratos alternativos como residuos agroindustriales tales como, cáscara de arroz y aserrín, así como la inoculación de hongos endomicorrízicos y microorganismos fijadores de nitrógeno (García *et al.*, 2001; Velasco-Velasco *et al.*, 2001; Valenzuela y Gallardo, 2002) buscando alternativas para lograr cultivos de mejor calidad de manera sustentable (Gómez *et al.*, 2002; Gómez, 2004); en este contexto, el uso de lombricomposta como componente de sustratos para producir plantas en contenedor, representa una alternativa innovadora, viable y de bajo costo para la producción de hortalizas y plantas ornamentales (Marquéz-Hernández *et al.*, 2008).

Los abonos orgánicos comúnmente poseen una baja concentración de algunos macronutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo con respecto a los fertilizantes convencionales, por lo que es necesario regular la cantidad, la calidad y la variedad de los residuos orgánicos que se adicionan a los cultivos así como la disponibilidad de sus nutrientes (Álvarez-Solís *et al.*, 2010).

La lombricomposta posee sustancias biológicamente activas que favorecen la regulación del crecimiento vegetal; de igual forma, su elevada capacidad de intercambio catiónico y de retención de humedad le confieren propiedades mejoradoras de suelo debido a que facilitan el drenaje y la aireación del mismo, incrementando hasta en un 300 % el rendimiento de diversas especies vegetales, lo que lo hace un abono de buena calidad (Bravo-Varas, 1996; Arancon *et al.*, 2002; Moreno-Reséndez *et al.*, 2008).

Actualmente se sabe que la lombricomposta constituye una fuente de liberación lenta de nutrientes a disposición de las plantas (Chaoui *et al.*, 2003) y que su adición favorece el mejoramiento significativo de las propiedades físicas tanto del suelo como de sustratos naturales y sintéticos (Atiyeh *et al.*, 2001; Ferreras *et al.*, 2006), además de mejorar de manera indirecta el crecimiento vegetal, ya que favorece la producción de reguladores de crecimiento beneficiando el desarrollo de las plantas, siendo las auxinas, las citoquininas y las giberelinas las principales hormonas

Oliveira *et al.*, (2001) evaluated the effect of bovine manure vermicompost as substrate in the production of carrots, hence different doses of vermicompost were used in combination with a mineral fertilizer and favorable results were obtained in the total and commercial production and also in the yield after the application of vermicompost alone, since it turned significantly superior regarding yield and total production in comparison to the one combined with mineral fertilizer, concluding that vermicompost as substrate favored the production of commercial roots and provided the necessary nutrients for the culture. On the other hand, different mixes of vermicompost-tezontle obtained through a SAS optimization program were evaluated; vermicompost was obtained from three different sources (coffee pulp, vegetal residuals and bovine manure) and combined with tezontle for its use as hybrid tomato substrate Charleston in greenhouse, and no significant differences were found among the different vermicomposts in the SPAD readings, foliar area, dry weight of the leave and plant height, concluding that the use of any of those constituted a suitable substrate for the optimal development of tomato, apart from the fact that a 35 % of vermicompost as substrate component significantly reduced the utilization of inorganic fertilizers (Cruz-Crespo *et al.*, 2012).

Scientific evidence about the properties of vermicompost as a substrate component is insufficient, so it is necessary to increase the information of such properties, especially in the production of ornamental plants in container, so that they allow deeper knowledge on the appropriate use in the horticulture to improve plant growth, therefore the aim of this work is to determine the optimal mix of vermicompost as substrate component by the evaluation of five inclusion proportions in the culture of *Impatiens walleriana* in container.

## Materials and Methods

The experiment was performed in the experimental field in the School of Agricultural Sciences of the Universidad Autonoma de Estado de Morelos (UAEM) in the municipality of Cuernavaca, Morelos, located between 18° 58" NL and 99° 14" WL, at a height of 1892 masl and mean temperature of 21.2 °C, precipitation of 1,086 masl and climate A(C)wo, semicalid subhumid (Taboada, 2000), with average daily radiation of 5.94 kWh/m<sup>2</sup>/day (GCsolar, 2016).

inducidas (Arancon *et al.*, 2003; Domínguez *et al.*, 2010).

Oliveira *et al.*, (2001) evaluaron el efecto de la lombricomposta de estiércol bovino como sustrato en la producción de zanahoria, para lo cual se utilizaron diferentes dosis de lombricomposta en combinación con un fertilizante mineral y obtuvieron resultados favorables en la producción total y comercial así como también en el rendimiento tras la aplicación de lombricomposta sola, ya que ésta resultó significativamente superior en cuanto a rendimiento y producción total con respecto a la combinada con abono mineral, concluyendo que la lombricomposta como sustrato favoreció la producción de raíces comerciales y proporcionó los nutrientes necesarios para el cultivo. Por otro lado se evaluaron diferentes mezclas de lombricomposta-tezontle obtenidas mediante un programa de optimización en SAS; la lombricomposta fue conseguida de tres fuentes diferentes (pulpa de café, residuos vegetales y estiércol bovino) y combinada con tezontle para su uso como sustrato de tomate híbrido Charleston en invernadero, y no se encontraron diferencias significativas entre las distintas lombricompostas en las lecturas SPAD, área foliar, peso seco de hoja y altura de planta, concluyendo que el uso de cualquiera de ellas constituyó un sustrato apto para el óptimo desarrollo de tomate, además de que un 35 % de lombricomposta como componente de sustrato redujo significativamente la utilización de fertilizantes inorgánicos (Cruz-Crespo *et al.*, 2012).

La evidencia científica acerca de las propiedades de la lombricomposta como componente de sustrato es insuficiente, por lo que se considera necesario aumentar la información de dichas propiedades sobre todo en la producción de plantas ornamentales en contenedor, de manera que permitan un conocimiento más profundo acerca de su uso apropiado en la horticultura para mejorar el crecimiento de las plantas, por lo que se planteó como objetivo para este trabajo: determinar la mezcla óptima de lombricomposta como componente de sustrato, mediante la evaluación de cinco proporciones de inclusión, en el cultivo de *Impatiens walleriana* 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, ubicado entre los 18° 58" LN y 99° 14" LO, a una altura de 1892 msnm y con temperatura media de 21.2 °C, precipitación

The species *Impatiens walleriana* Hook. f., was used, an ornamental plant of short period of development, with bright colors, low cost and easy adaptation to diverse climate, so nowadays its production is of great importance for the state of Morelos, ranking it in the third place among ornate plants in container (Cabrera-Rodríguez et al., 2006).

For the experiment, a tunnel type of phototreated plastic at 50 % cover was used as control, of 30 m long, 10 m width and 4.5 m height, with a minimum average temperature of 6 °C and maximum of 35 °C, with plastic cover in soil.

Seedlings of 5 m height were transplanted and placed at the center of black polyethylene containers of 15 cm of diameter (capacity of 1 L), previously filled with substrate mixes. Seedlings were donated by the commercial company "Tetela seedlings" located in the municipality of Cuernavaca, Morelos.

Vermicompost was donated by the Mexican microcompany BIOMAZA from the municipality of Mazatepec (Morelos, Mexico), where it was made from gardening residuals placed for their transformation with California red earthworms (*Eisenia foetida*).

Different doses of vermicompost prepared for gardening residuals and general substrate prepared with equal coconut fiber parts, earth and wood sawdust were tested. The mixes were prepared volume/volume. The six assigned treatments were: Chemical (100 % general substrate + Commercial Fertilizer 20-20-20), Vermi100 (100 % vermicompost), Vermi75 (75% vermicompost + 25 % general substrate), Vermi50 (50 % vermicompost + 50 % general substrate), Vermi25 (25 % vermicompost + 75 % general substrate) and Control (100 % general substrate).

It was watered using a hose twice a week. 15 days after the transplant (ddt), a tipping of the apical meristem was made to induce radial growth and generation of vegetative buds. Plants from the chemical treatment were applied with commercial fertilizer Peters® after the transplant (200 ppm of 20-20-20 with microelements), twice a week after irrigation during all the culture cycle.

Analysis on the physical and chemical characteristics of the substrates to evaluate before the transplant with the

de 1,086 mm y clima A(C)wo, semicálido subhúmedo (Taboada, 2000), con radiación diaria promedio de 5.94 kWh/m<sup>2</sup>/día (GCsolar, 2016).

Como planta indicadora se utilizó la especie *Impatiens walleriana* Hook. f., que es una planta herbácea ornamental de corto periodo de desarrollo, con flores de colores llamativos, de bajo costo y de fácil adaptación a diversos climas, por lo que actualmente su producción es de gran importancia económica en el estado de Morelos, ocupando el tercer lugar entre las plantas de ornato en contenedor (Cabrera-Rodríguez et al., 2006).

Para el experimento 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 un promedio de temperatura mínima de 6 °C y máxima de 35 °C, con cubierta plástica en el suelo.

Plántulas de 5 cm de altura fueron trasplantadas y colocadas al centro de contenedores de polietileno negro de 15 cm de diámetro (con capacidad de 1 L), previamente llenadas con las mezclas de sustratos. Las plántulas fueron donadas por la empresa comercial "Plántulas de Tetela" ubicada en el municipio de Cuernavaca, Morelos.

La lombricomposta fue donada por la micromprensa mexicana BIOMAZA del municipio de Mazatepec (Morelos, México), donde fue elaborada a partir de residuos de jardinería colocados para su transformación con lombriz roja de California (*Eisenia foetida*).

Se probaron diferentes dosis de lombricomposta preparada de residuos de jardinería y un sustrato general preparado con partes iguales de fibra de coco, tierra de monte y aserrín de madera. Las mezclas se prepararon volumen/volumen. Los seis tratamientos asignados fueron: Químico (100 % sustrato general + Fertilizante Comercial 20-20-20), Vermi100 (100 % lombricomposta), Vermi75 (75 % lombricomposta + 25 % sustrato general), Vermi50 (50 % lombricomposta + 50 % sustrato general), Vermi25 (25 % lombricomposta + 75 % sustrato general) y Control (100 % sustrato general).

Se regó con manguera dos veces por semana. A los 15 días después del trasplante (ddt), en todos los tratamientos se realizó un despunte del meristemo apical, para inducir el crecimiento radial y la generación de brotes vegetativos. A las plantas del tratamiento Químico, después del trasplante se les aplicó fertilizante comercial Peters® (200 ppm de 20-20-20 con microelementos), dos veces a la se-



techniques described by Acosta-Duran (2012) were made. Data from the variables to evaluate when the plants of some of the treatments reached their commercial value (when all surface from container was covered) were taken, which happened 60 days after the transplant (ddt). Data from the growth variables of the plants were recorded under the next criteria:

*Stem height:* height of the plant was measured from the base of the stem (at substrate level) to the last leaf.

*Fresh weight of stem:* the stem was weighed in a digital balance immediately after removing it from the container.

*Dry weight of stem:* stem was placed in a paper bag and kept in a stove at 70 °C until constant weight.

*Stem diameter:* it was measured using a digital Vernier in the stem base, one centimeter high from the surface of the substrate.

*Root length:* it was measured from the bottom in the base of the stem to the tip of the longest root.

*Fresh weight of the root:* root was measured in a digital balance immediately after removing it from container.

*Dry weight of root:* it was placed in a paper bag and was kept in a stove at 70 °C until constant weight.

*Root volume:* root was placed in a 100 ml test tube with water and the volume of displaced water was recorded.

*Number of leaves, number of flower buds and number of flowers:* they were counted 60 days after transplant (dat).

*Flower diameter:* diameter of the flower was measured at 60 dat for each plant and each treatment.

An experimental design completely randomized with six treatments and six repetitions was used, which required 36 experimental units. Each experimental unit consisted of one pot with a plant. The experimental results were analyzed by variance analysis (SAS, 2000). A Tukey test was applied, considering a significance level of  $p \leq 0.05$ , to determine the differences between averages.

## Results and Discussion

Results of analysis of physical and chemical properties of the substrates showed that properties of the general substrate that was used for Control and chemical treatments were significantly modified with the application of the vermicompost dosis (Table 1). It was also observed that values of the physical and chemical properties of the substrates with vermicompost, despite the fact they were not found within the ranges that are

mana después del riego, durante todo el ciclo de cultivo.

Se realizaron análisis de las características físicas y químicas de los sustratos a evaluar antes del trasplante con las técnicas que describe Acosta-Durán (2012).

Se tomaron datos de las variables a evaluar cuando las plantas de alguno de los tratamientos alcanzaron su tamaño comercial (cuando se cubrió toda la superficie del contenedor), lo que sucedió a los 60 días después del trasplante (ddt). Se registraron los datos de las variables de crecimiento de las plantas bajo los siguientes criterios:

*Altura del vástago:* se midió la altura de la planta, de la base del tallo (a nivel del sustrato) hasta la última hoja.

*Peso fresco del vástago:* se pesó el vástago en una balanza digital inmediatamente después de sacarlo del contenedor.

*Peso seco de vástago:* el vástago se colocó en bolsa de papel y se mantuvo en estufa a 70 °C hasta peso constante.

*Diámetro de tallo:* se midió con ayuda de un vernier digital en la base del tallo, a un centímetro de altura de la superficie del sustrato.

*Longitud de raíz:* se midió desde el origen en la base del tallo hasta la punta de la raíz más larga.

*Peso fresco de raíz:* se pesó la raíz en una balanza digital inmediatamente después de sacarla del contenedor.

*Peso seco de raíz:* se colocó en bolsa de papel y se mantuvo en estufa a 70 °C hasta peso constante.

*Volumen de raíz:* se colocó la raíz en una probeta de 100 ml con agua y se registró el volumen de agua desplazado.

*Número de hojas, número de botones florales y número de flores:* se contaron a los 60 días después del trasplante (ddt).

*Diámetro de flor:* se midió el diámetro de la flor abierta a los 60 ddt para cada planta y de cada tratamiento.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y seis repeticiones lo que requirió de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental constó de una maceta con una planta. Los resultados experimentales se analizaron mediante análisis de la varianza (SAS, 2000). Para determinar las diferencias entre las medias, se aplicó una prueba de Tukey considerando un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

Los resultados de los análisis de las propiedades físicas y químicas de los sustratos mostraron que las propiedades del sustrato general que

considered optimum for the substrate (Ansorena, 1994), they supplied adequate conditions for the good development of plants, proving the benefits of including vermicompost as component of substrate in the culture in container of *I. walleriana*.

It is important to mention that the inclusion of vermicompost to the substrate increased electrical conductivity, pH and humidity retention proportionally, while porosity was reduced with higher amounts of inclusion (Table 1).

Significant differences were observed in all evaluated variables. The best treatment found was Vermi100, which overtook the rest of the treatments in most of the variables. It was also observed that Vermi100 overtook chemical in the variables number of leaves, number of flowers, fresh weight and dry stem, and in the rest of the variables both obtained statistically similar results. Vermi25 and Vermi50 did not show significant statistical differences in respect to Control in most of the variables, excepting the variables of number and diameter

fue utilizado para los tratamientos Control y Químico, se modificaron significativamente con la aplicación de las dosis de lombricomposta (Tabla 1). Se observó también que los valores de las propiedades físicas y químicas de los sustratos con lombricomposta, a pesar de que no se encontraron dentro de los rangos que se consideran óptimos para un sustrato (Ansorena, 1994), aportaron condiciones adecuadas para el buen desarrollo de las plantas, comprobándose los beneficios de incluir lombricomposta como componente de sustrato en el cultivo en contenedor de *I. walleriana*.

Es conveniente resaltar que la inclusión de lombricomposta al sustrato aumentó proporcionalmente la conductividad eléctrica, el pH y la retención de humedad, mientras que la porosidad se redujo con mayores cantidades de inclusión (Tabla 1). Se observaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas. Se encontró que el mejor tratamiento fue el Vermi100, el cual que superó al resto de los tratamientos en la mayoría de las variables. Se observó también que Vermi100 superó al Químico en las variables número de hojas, número de flores, peso fresco y seco del vástago, y en el resto de las

**Table 1.**  
**Results of analyses of the physicochemical properties of the growing media used in the experiment of *Impatiens walleriana* potting**

**Tabla 1.**  
**Resultados de los análisis de propiedad físico-químicas de los medios de cultivo utilizados en el experimento de *Impatiens walleriana***

Physical and chemical properties					
Treatment	Apparent density (g·L <sup>-1</sup> )	Porous Space (%)	Moisture retention (%)	Electric Conductivity (dS·m <sup>-1</sup> )	pH
Chemical	160.0*	74.3	29.0	0.438	4.7
Vermi100	630.0	65.2	53.4	4.128	6.9
Vermi75	531.0	68.0	44.5	2.875	6.7
Vermi50	417.0	71.9	41.8	2.125	6.4
Vermi25	269.0	78.4	37.5	1.901	6.3
Control	159.0	74.5	28.5	0.439	4.7

Chemical: 100 % general substrate + chemical fertilization; Vermi100: 100 % vermicompost; Vermi75: 75 % vermicompost + 25 % general substrate; Vermi50: 50 % vermicompost + 50 % general substrate; Vermi25: 25 % vermicompost + 75 % general substrate; Control: 100 % general substrate. \*All values are the average of two repetitions.

Químico: 100 % sustrato general + fertilización química; Vermi100: 100 % lombricomposta; Vermi75: 75 % lombricomposta + 25 % sustrato general; Vermi50: 50 % lombricomposta + 50 % sustrato general; Vermi25: 25 % lombricomposta + 75 % sustrato general; Control: 100 % sustrato general. \*Todos los valores representan el promedio de dos repeticiones.

of the flowers, where Control was the treatment with less yield (Tables 2 and 3).

Neat the stem, results showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) (Table 2). Plants that were applied with the chemical treatment and Vermi100 presented statistically similar values, and altogether presented the higher heights, overpassing the rest of the doses of vermicompost and Control in 46.47 %. In fresh weight of stem significant statistical differences ( $p \leq 0.05$ ) were found between the averages of the applied treatments (Table 3). Vermi100 was the one presenting higher fresh weights in respect to the other treatments, overpassing 34.93 % to chemical and 86.99 % to Control. In the dry weight of the stem, significant statistical differences were also present ( $p \leq 0.05$ ) (Table 3). It was observed that most averages of dry weight of stem were obtained with Vermi100 that overpassed the rest of the vermicompost doses in 60 %. In addition, Vermi100 overpassed chemical treatment in 44.2 % and Control in 558.8 %.

Results on the previous variables are similar to those reported by Ascitutto *et al.*, (2006), who applied different

variables ambos obtuvieron resultados estadísticamente similares. Vermi25 y Vermi50 no mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto al Control en la mayoría de las variables, exceptuando las variables de número y diámetro de flores en las que el Control fue el tratamiento de menor rendimiento (Tablas 2 y 3).

En altura de vástago, los resultados mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) (Tabla 2). Las plantas que fueron aplicadas con los tratamientos Químico y Vermi100 presentaron valores estadísticos similares, y en su conjunto presentaron las alturas mayores, superando al resto de las dosis de lombricomposta y al Control en 46.47 %. En el peso fresco de vástago se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los promedios de los tratamientos aplicados (Tabla 3). Vermi100 fue el que presentó los pesos frescos más altos con respecto a los demás tratamientos, superando en 34.93 % al Químico y en 86.99 % al Control. En el peso seco de vástago también se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) (Tabla 3). Se observó que los mayores promedios de peso seco de vástago se obtuvieron con Vermi100 que superó al resto de las dosis de lombricomposta en 60 %. Así mismo, Vermi100 superó al tratamiento Químico en 44.2 % y al Control en 558.8 %.

**Table 2.**  
Statistical comparison of variables of six treatments in the experiment of vermicompost as a component of substrate for *Impatiens walleriana* growing in container.

**Tabla 2.**  
Comparación estadística de variables de seis tratamientos en el experimento de lombricomposta como componente de sustrato para *Impatiens walleriana* cultivada en contenedor.

Treatment	Variable					
	Stem Height cm	Stem diameter cm	Number of leaves	Number of flower buds	Number of flowers	Flower diameter cm
Chemical	11.65 <sup>a</sup>	8.90 <sup>ab</sup>	162.75 <sup>b</sup>	34.25 <sup>a</sup>	8.75 <sup>b</sup>	4.55 <sup>ab</sup>
Vermi100	12.37 <sup>a</sup>	10.39 <sup>a</sup>	248.50 <sup>a</sup>	45.50 <sup>a</sup>	15.50 <sup>a</sup>	4.60 <sup>ab</sup>
Vermi75	6.62 <sup>b</sup>	8.06 <sup>ab</sup>	201.50 <sup>ab</sup>	40.50 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>
Vermi50	6.50 <sup>b</sup>	7.29 <sup>bc</sup>	100.75 <sup>c</sup>	8.25 <sup>b</sup>	6.75 <sup>bc</sup>	4.42 <sup>ab</sup>
Vermi25	6.25 <sup>b</sup>	6.97 <sup>bc</sup>	62.00 <sup>c</sup>	1.00 <sup>b</sup>	2.75 <sup>cd</sup>	4.17 <sup>bc</sup>
Control	6.75 <sup>b</sup>	5.81 <sup>c</sup>	64.50 <sup>c</sup>	1.00 <sup>b</sup>	0.75 <sup>d</sup>	3.67 <sup>c</sup>
DMS	1.87	2.80	49.54	15.76	4.32	0.64
CV	9.999	15.777	15.747	31.288	23.700	6.585

In the columns, the same letters indicate no statistical difference (Tukey,  $p < 0.05$ ). Chemical: 100 % general substrate + chemical fertilization; Vermi100: 100% vermicompost; Vermi75: 75 % vermicompost + 25 % general substrate; Vermi50: 50 % vermicompost + 50 % general substrate; Vermi25: 25 % vermicompost + 75 % general substrate; Control: 100 % general substrate.

En las columnas, las mismas letras indican que no hubo diferencia estadística (Tukey,  $p < 0.05$ ). Químico: 100 % sustrato general + fertilización química; Vermi100: 100 % lombricomposta; Vermi75: 75 % lombricomposta + 25 % sustrato general; Vermi50: 50 % lombricomposta + 50 % sustrato general; Vermi25: 25 % lombricomposta + 75 % sustrato general; Control: 100 % sustrato general.



**Table 3.**  
**Statistical comparison of variables of six treatments in the experiment of vermicompost as a component of substrate for *Impatiens walleriana* growing in container**

**Tabla 3.**  
**Comparación estadística de variables de seis tratamientos en el experimento de lombricomposta como componente de sustrato para *Impatiens walleriana* cultivada en contenedor**

Treatment	Variable					
	Stem fresh weight g	Stem dry weight g	Root length cm	Root fresh weight g	Root dry weight g	Root volume mL
Chemical	40.25 <sup>b</sup>	2.33 <sup>b</sup>	31.50 <sup>ab</sup>	20.00 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>	26.25 <sup>a</sup>
Vermi100	61.85 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	35.00 <sup>a</sup>	19.80 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	21.25 <sup>a</sup>
Vermi75	37.47 <sup>b</sup>	2.14 <sup>b</sup>	22.40 <sup>b</sup>	12.07 <sup>b</sup>	0.83 <sup>b</sup>	10.00 <sup>b</sup>
Vermi50	10.20 <sup>c</sup>	0.83 <sup>c</sup>	26.50 <sup>ab</sup>	5.30 <sup>c</sup>	0.31 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>b</sup>
Vermi25	5.10 <sup>c</sup>	0.50 <sup>c</sup>	26.12 <sup>ab</sup>	5.42 <sup>c</sup>	0.37 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>b</sup>
Control	8.05 <sup>c</sup>	0.51 <sup>c</sup>	28.12 <sup>ab</sup>	4.15 <sup>c</sup>	0.23 <sup>c</sup>	5.00 <sup>b</sup>
DMS	10.18	0.70	9.58	6.53	0.57	7.25
CV	16.690	19.429	15.081	26.155	29.907	26.710

In the columns, the same letters indicate no statistical difference (Tukey,  $p < 0.05$ ). Chemical: 100 % general substrate + chemical fertilization; Vermi100: 100 % vermicompost; Vermi75: 75 % vermicompost + 25 % general substrate; Vermi50: 50 % vermicompost + 50 % general substrate; Vermi25: 25 % vermicompost + 75 % general substrate; Control: 100 % general substrate.

En las columnas, las mismas letras indican que no hubo diferencia estadística (Tukey,  $p < 0.05$ ). Químico: 100 % sustrato general + fertilización química; Vermi100: 100 % lombricomposta; Vermi75: 75 % lombricomposta + 25 % sustrato general; Vermi50: 50 % lombricomposta + 50 % sustrato general; Vermi25: 25 % lombricomposta + 75 % sustrato general; Control: 100 % sustrato general.

doses of vermicompost (25, 50, 75 and 100 %) to the substrate in *Impatiens walleriana*, finding that higher averages for the variables plant height, fresh weight of stem, foliar area and fresh weight of root were obtained with the doses 50 %, 75 % and 100 %, in relation with the rest of the treatments, attributing this to the fact that vermicompost presented a superior electric conductivity with respect to the other substrates used, concluding that benefic microorganisms present in the organic amendments act as growth promoters in plants.

On the other hand, Villa-Briones *et al.*, (2006) incorporated different doses of vermicompost and manure to the soil in greenhouse conditions to produce tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), they observed a significant increase in the fresh weight of plant growing in soil improved with vermicompost at 7.5 t·ha<sup>-1</sup> (300 g·plant<sup>-1</sup>) and 12.5 t·ha<sup>-1</sup> (500 g·plant<sup>-1</sup>), overtaking control in 90 %, concluding that vermicompost has a significant effect in the growth of plants.

In the stem diameter, statistical differences ( $p \leq 0.05$ ) were observed. Higher values corresponded to treatments Vermi100, Vermi75 and chemical, which showed similar statistical values,

Los resultados de las variables anteriores son similares a lo reportado por Ascituo *et al.*, (2006), quienes aplicaron diferentes dosis de lombricomposta (25, 50, 75 y 100 %) al sustrato en *Impatiens walleriana*, encontrando que con las dosis de 50 %, 75 % y 100 % se obtuvieron los mayores promedios para las variables altura de planta, peso fresco del vástago, área foliar y peso fresco de la raíz, en relación al resto de los tratamientos, atribuyendo esto a que la lombricomposta presentó una conductividad eléctrica superior con respecto al resto de los sustratos utilizados, concluyendo que los microorganismos benéficos presentes en las enmiendas orgánicas, actúan como promotores de crecimiento en las plantas.

Por otro lado, Villa-Briones *et al.*, (2006) incorporaron diferentes dosis de lombricomposta y estiércol al suelo en condiciones de invernadero para producir jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), observaron un aumento significativo en el peso fresco en las plantas crecidas en suelo mejorado con lombricomposta a 7.5 t·ha<sup>-1</sup> (300 g·planta<sup>-1</sup>) y 12.5 t·ha<sup>-1</sup> (500 g·planta<sup>-1</sup>) superando al control en 90 %, concluyendo que la lombricomposta tiene un efecto significativo en el crecimiento de las plantas.

overtaking by 30 % the other vermicompost doses, and by 44.09 % Control, which resulted with the least stem diameter.

Researches made by Valles (2003) mention that after adding vermicompost in doses of 0, 10, 30, 50, 70 and 90 % of the total volume in a substrate based with sand and soil (proportion 1:1) and evaluating the effect of its application on the emergence and growth of papaya (*Carica papaya* L.) in greenhouse stage, it was found that in accordance with the dose of vermicompost, the substrate increased, the plant diameters significantly swelled, concluding that plants of better quality were those cultured in the substrates with higher proportion of vermicompost.

Ansari and Sukhraj (2010) when comparing the effect of different organic fertilizers: vermicompost, bovine manure and chemical fertilizer, concluded that the application of vermicompost and its lixiviated increases the vegetative development and the stem diameter of okra (*Abelmoschus esculentus*), suggesting that vermicompost has a significant influence in the physical-chemical properties of soil, and in consequence, a better vegetative development of cultures.

In root length, plants presented the longest roots belonging to treatment Vermi100, which had results statistically similar to the rest of treatments except Vermi 75. In fresh dry weight, fresh weight and volume of root, plants with chemical and Vermi100 treatments were statistically similar amongst themselves and superior to the rest. Such results coincide with the reported by Villa-Briones *et al.*, (2006) who observed that higher growth of root was obtained with the higher dose of vermicompost (20 % p/p) mixed with agricultural soil, in the culture of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Root growth is related with the absorbance of nutrients (Díaz *et al.*, 2004); in this work, the higher growth of the root is related with the substrates with higher concentration of vermicompost, since they were the ones supplying the best properties to the substrate.

In the number of leaves, it was observed that plants with the higher doses of vermicompost (Vermi100) were the ones that obtained the higher values, which overtook plants with chemical fertilization treatment in 52.68 % and Control with 285.27 %, results that are similar to those reported by Khan e Ishaq (2011), who used composts and vermicomposts as substrate to evaluate the effect of its application in the production of peas (*Pisum sati-*

En el diámetro de tallo se observaron diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ). Los mayores valores correspondieron a los tratamientos Vermi100, Vermi75 y Químico que mostraron valores estadísticos similares, superando en 30 % a las demás dosis de lombricomposta y en 44.09 % al Control que resultó ser el tratamiento con menor diámetro de tallo.

Investigaciones realizadas por Valles (2003) mencionan que tras adicionar lombricomposta en dosis de 0, 10, 30, 50, 70 y 90 % del volumen total en un sustrato a base de arena y tierra (proporción 1:1) y evaluar el efecto de su aplicación sobre la emergencia y crecimiento de papaya (*Carica papaya* L.) en etapa de vivero, se encontró que conforme la dosis de lombricomposta se incrementó en el sustrato, los diámetros de planta engrosaron significativamente, concluyendo también que las plantas de mejor calidad fueron las cultivadas en los sustratos con mayor proporción de lombricomposta.

Ansari y Sukhraj (2010) al comparar el efecto de diferentes abonos orgánicos: lombricomposta, estiércol vacuno y fertilizante químico, concluyeron que la aplicación de lombricomposta y sus lixivados incrementa el desarrollo vegetativo y el diámetro del tallo de okra (*Abelmoschus esculentus*), sugiriendo que la lombricomposta tiene una influencia significativa en las propiedades físico-químicas del suelo dando como consecuencia un mejor desarrollo vegetativo en los cultivos.

En longitud de raíz, las plantas que presentaron las raíces más largas pertenecieron al tratamiento Vermi100, que presentó resultados estadísticamente similares al resto de los tratamientos excepto al Vermi75. En peso fresco, seco y volumen de raíz, las plantas de los tratamientos Químico y Vermi100, fueron estadísticamente similares entre si y superiores al resto. Dichos resultados coinciden con lo que reportaron Villa-Briones *et al.*, (2006) que observaron que el mayor crecimiento de raíz se obtuvo con la dosis de lombricomposta más alta (20 % p/p) mezclada con suelo agrícola, en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). El crecimiento de las raíces está relacionado con la absorción de nutrientes (Díaz *et al.*, 2004), en este trabajo, el mayor crecimiento de la raíz está asociado a los sustratos con la mayor concentración de lombricomposta, debido a que fueron los que aportaron las mejores propiedades al sustrato.

En el número de hojas se observó que las plantas colocadas con la dosis mayor de lombricomposta (Vermi100) fueron las que tuvieron los valores más altos, mismas que superaron a las plantas del tratamiento con fertilización química en 52.68 % y a las del Control en 285.27 %, resultados que son

vum), finding that plants that present the higher number of leaves per individual were those developed in vermicompost, which overtook by 20 % and 50 % the rest of treatments, concluding that the latter proportioned an elevated electrical conductivity, and the necessary nutrients for the adequate vegetative growth of the culture.

On the other hand, Azarmi et al., (2009) reported a significant effect in the number of leaves present in two varieties of cucumber (*Cucumis sativus* L. var. "Sultan F1" and "Storm F1") when evaluating four treatments of vermicompost of sheep manure in the proportions of 0 (control), 10, 20 and 30 t·ha<sup>-1</sup> incorporated in 15 cm of agricultural soil and under greenhouse conditions; they concluded that at doses higher than 20 t·ha<sup>-1</sup>, the foliar area significantly increased.

Regarding flowering, treatments Vermi100, Vermi75 and chemical were similar between themselves and superior to the rest in number of flower buds, in contrast, in the number of flowers, Vermi100 and Vermi75 widely overtook the rest, including chemical. In the flower diameter, observed averages were statistically similar, hence no differences between chemical and the different doses of vermicompost were found. The treatment with less flowering resulted Control, since it was the one with the lower value in relation with the other treatments.

Asciutto et al., (2006) found that the number of flowers of *I. walleriana* presents an inversely proportional relation to the dose of vermicompost added to container, mentioning the possibility that doses higher to 75 % of vermicompost are toxic for the plant; nevertheless, data obtained in this work are comparable to the reported by Cruz-Castillo et al., (2008), who appointed that flowering of gannet (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) and the size of the spadix, floral stalk and spathe significantly increased with the application of doses of vermicompost of 50 %, in combination with agricultural soil.

## Conclusions

Overall, it can be concluded that the use of vermicompost as substrate or substrate component propitiated optimal conditions for the culture in container of *Impatiens walleriana*. The effect of vermicompost was mainly due to the improvement of physical conditions (Ferrerías et al., 2006), the increase in the electrical conductivity of the substrate (Khan and Ishaq, 2011) that

semejantes a los reportados por Khan e Ishaq (2011) quienes utilizaron compostas y lombricompostas como sustrato para evaluar el efecto de su aplicación en la producción de guisante (*Pisum sativum*), encontrando que las plantas que presentaron mayor número de hojas por individuo, fueron las desarrolladas en lombricomposta, que superaron en 20 % y 50 % al resto de tratamientos, concluyendo que ésta última proporcionó una elevada conductividad eléctrica así como los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento vegetativo del cultivo.

Por otro lado, Azarmi et al., (2009) reportaron un efecto significativo en el número de hojas presentes en dos variedades de pepino (*Cucumis sativus* L. var. "Sultan F1" y "Storm F1") al evaluar cuatro tratamientos de lombricomposta de estiércol de oveja en las proporciones de 0 (control), 10, 20 y 30 t·ha<sup>-1</sup> incorporadas en 15 cm de suelo agrícola y bajo condiciones de invernadero; concluyendo que a dosis mayores a 20 t·ha<sup>-1</sup>, el área foliar se incrementó significativamente.

En cuanto a la floración, en número de botones florales, los tratamientos Vermi100, Vermi75 y Químico fueron similares entre sí y superiores al resto, en cambio en el número de flores, Vermi100 y Vermi75 superaron ampliamente al resto incluyendo al Químico. En el diámetro de flores los promedios observados fueron similares estadísticamente, por lo que no se encontraron diferencias entre el tratamiento Químico y las diferentes dosis de lombricomposta. El tratamiento con la menor floración resultó ser el Control debido a que fue el de menor valor con respecto al resto de tratamientos.

Asciutto et al., (2006) encontraron que el número de flores de *I. walleriana* presenta una relación inversamente proporcional a la dosis de lombricomposta agregada al contenedor, mencionando la posibilidad de que dosis mayores a 75 % de lombricomposta sean tóxicas para la planta; sin embargo, los datos obtenidos en este trabajo son comparables a lo reportado por Cruz-Castillo et al., (2008), que señalaron que la floración de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) así como el tamaño del espádice, del escapo floral y la espata, incrementaron significativamente con la aplicación de dosis de lombricomposta de 50 %, en combinación con suelo agrícola.

## Conclusiones

De manera general, se puede concluir que el uso de lombricomposta como sustrato o como componente de sustrato, proporcionó condiciones óptimas para el cultivo en contenedor de *Impatiens walleriana*. El efecto de la lombricomposta se debió principalmente al mejoramiento de las condiciones físicas (Ferrerías et al., 2006), al incremento de la

substantially improves the absorbance of the macro and micronutrients present in vermicompost (Oliveira *et al.*, 2001), and the increase of growth regulators that improve the vegetative development of plants (Domínguez *et al.*, 2010). The doses of vermicompost in the range of 75 to 100 % allowed and adequate vegetative development presenting the higher averages in all studied variables. The chemical treatment and the doses of 100 % in vermicompost obtained averages statistically similar in the variables of stem height, stem diameter, number of flower buds, diameter of flowers, root length, fresh weight, dry weight and root volume. The treatment with the lower results was Control, since it was inferior in respect to the rest of the treatments in most of the variables. The dose 100 % of vermicompost was superior in respect to the chemical treatment, in four variables and in the rest, it was statistically similar, hence it is concluded that it was the best and it can substitute chemical fertilization in the culture of *Impatiens walleriana* in container. The treatment of 100 % of vermicompost, which characteristics were: porosity 65.2 %, humidity retention 53.4 %, electric conductivity of 4.12 dS·m<sup>-1</sup> and pH de 6.9, favored growth results of *Impatiens walleriana* in container.

conductividad eléctrica del sustrato (Khan e Ishaq, 2011) que mejora sustancialmente la absorción de los macro y micronutrientes presentes en la lombricomposta (Oliveira *et al.*, 2001), y al aumento de reguladores de crecimiento que mejoran el desarrollo vegetativo de las plantas (Domínguez *et al.*, 2010). Las dosis de lombricomposta en el rango de 75 a 100 % permitieron un adecuado desarrollo vegetativo presentando los mayores promedios en todas las variables estudiadas. El tratamiento Químico y la dosis de 100 % de lombricomposta, obtuvieron promedios estadísticamente similares en las variables de altura de vástago, diámetro de tallo, número de botones florales, diámetro de flores, longitud de raíz, peso fresco, peso seco y volumen de raíz. El tratamiento con los resultados más bajos fue el Control debido a que fue inferior con respecto al resto de los tratamientos en la mayoría de las variables. La dosis de 100 % de lombricomposta fue superior con respecto al tratamiento Químico en cuatro de las variables y en el resto fue estadísticamente similar, por lo que se concluyó que fue la mejor y que puede sustituir a la fertilización química en el cultivo de *Impatiens walleriana* en contenedor. El tratamiento de 100 % de lombricomposta, cuyas características fueron: porosidad de 65.2 %, retención de humedad de 53.4 %, conductividad eléctrica de 4.12 dS·m<sup>-1</sup> y pH de 6.9, favoreció los mejores resultados en el crecimiento de *Impatiens walleriana* en contenedor.

## References

- Acosta-Durán, C.M. 2012. Selección de sustratos para Horticultura. Redes Editores, México. 108 pp.
- Álvarez-Solís, J.D., Díaz-Pérez, E., León-Martínez, N. y Guillén-Velásquez, J. 2010. Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. *Terra Latinoamericana* 28(3): 239-245. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n3/v28n3a6.pdf>
- Ansari, A.A., and Sukhraj, K. 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. DOI: 10.5897/AJAR09.107 [http://www.academicjournals.org/article/article1381481369\\_Ansari%20and%20Sukhraj.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1381481369_Ansari%20and%20Sukhraj.pdf)
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Mundi-Prensa.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S. and Welch, C. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735. <http://kohalacenter.org/HISGN/pdf/VermicompostPaper.pdf>
- Asciutto, K., Rivera, M.C., Wright, E.R., Morisigue, D. and López, M.V. 2006. Effect of vermicompost on the growth and health of *Impatiens walleriana*. *International Journal of Experimental Botany* 75: 115-123. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v75/v75a12.pdf>
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78(1): 11-20. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852400001723?via%3Dihub>
- Azarmi, R., Giglou, M.T. and Hajieghrari, B. 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in the greenhouse. *African Journal of Biotechnology* 8(19): 4953-4957. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/65198>
- Bravo-Varas, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana. (*Eisenia foetida*). Facultad de Humanidades. Universidad Yacambu. 6 pp. Disponible en <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/>

- [eisenia.html](#). (Consultado el 8/07/2016).
- Cabrera-Rodríguez, J., Alcántara-Ñeco, J.C., Sánchez M., E., Hernández M., A.E., y Granada-Carreto, L. 2006. Producción de Belén *Impatiens spp* en Morelos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo experimental "Zacatepec". Zacatepec, Morelos, México. Folleto Técnico No. 25. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2913/PRODUCCIONDEBELEN.pdf;sequence=1>
- Chaoui, H.I., Zibilske, L.M. and T. Ohno. 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry*. 35(2): 295-302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00279-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00279-1) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071702002791>
- Cruz-Castillo, J.G., Torres-Lima, P.A., Alfaro-Chimalhua, M., Albores-González, M.L. y Murguía-González, J. 2008. Lombricompostas y apertura de la espata en poscosecha del Alcatraz "Green Goddess" (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) en condiciones tropicales. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 207-212. DOI: [dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2007.10.048](https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2007.10.048) [https://chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido2.php?id\\_articulo=26&id\\_revistas=1&id\\_revista\\_numero=2](https://chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido2.php?id_articulo=26&id_revistas=1&id_revista_numero=2)
- Cruz-Crespo, E., Sandoval V., Volke, V.H., Can Ch., A. y Sánchez E., J. 2012. Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(7): 1361-1373. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000700006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000700006)
- Díaz, L.P., Medina, L.F., Latife, J., Digonzelli, P.A., y Sosa, S.B. 2004. Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. *RIA* 33(2): 115-128. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86433208>
- Domínguez, J., Lazcano, C., y Gómez-Brandón, M. 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta zoológica Mexicana* (Nueva serie) 2(spe2): 359-371. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372010000500027](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500027)
- Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I. and Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology* 97(4): 635-640. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.018> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852405001884>
- García C., O., Alcántar, G.G., Cabrera, R.I., Gavi, R.F. y Volke, V.H. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en Maceta. *TERRA Latinoamericana* 19(3): 249-258. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319306>
- GCSOLAR. 2016. <http://gcsolar.net/index.php/documentos-de-interes/clima/51-datos-climatologicos-de-cuernavaca>. last checked: november 3<sup>rd</sup> 2016.
- Gómez, T.L., Gómez, C.M. y Schwentesius, R. 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 Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. <http://ciestaam.edu.mx/seminario-latinoamericano-produccion-comercializacion-certificacion-en-agricultura-organica/>
- Gómez T., L. and Gomez C., MA 2004. La agricultura orgánica en México y el mundo. CONABIO: Biodiversitas no. 55. 13-15 <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv55art3.pdf>
- Khan, A. and F. Ishaq. 2011. Chemical nutrient analysis of different composts (*Vermicompost* and *Pitcompost*) and their effect on the growth of a vegetative crop *Pisum sativum*. *Asian Journal of Plant Science and Research* 1(1): 116-130. <http://www.greenerchemistryllc.com/pdfs/vermicompost/Vermicompost%20composition%20AJP-SR-2011-1-1-116-130.pdf>
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Chew M., Y.I., Moreno-Reséndez, A. y Rodríguez-Dimas, N. 2006. Sustratos en la producción en tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(2): 183-188. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912208>
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P. y Rodríguez-Dimas, N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México* 34(1): 69-74. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172008000100008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000100008)
- Moreno-Reséndez, A., Gómez-Fuentes, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., Reyes-Carrillo, J.L., Puente-Manríquez, et al. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost:arena en invernadero. *TERRA Latinoamericana* 26(2): 103-109. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792008000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792008000200002)



- Oliveira, A.P., Espínola, F.E.J., Araujo, J.S., y Costa, C.C. 2001. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minoca e adubo mineral. *Horticultura Brasileira* 19(1): 77-80. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v19n1/v19n1a16.pdf>
- Pastor-Sáez, J.N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *TERRA Latinoamericana* 17(3): 231-235. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS User's Guide. Release 8.1. (Eds). SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- 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.
- Tapia-Tapia, E. del C. and Reyes-Chilpa, R. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques* 14(3): 95-112. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61712189005>
- Valenzuela, O., and Gallardo, C. 2002. Sustratos hortícolas: un insumo clave en los sistemas de producción de plantines. Memorias del XXV Congreso Argentino de Horticultura y 1° Encuentro Virtual 2002. Argentina.
- Valles, J. 2003. Efecto de las propiedades físicas de los sustratos sobre la emergencia y el crecimiento en vivero de plantas de *Carica papaya*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Estado Lara, Venezuela.
- Velasco-Velasco, J., Ferrera-Cerrato, R. and Almaráz-Suárez, J.J. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *TERRA Latinoamericana* 19(3): 241-248. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319305>
- Villa-Briones, A., Zavaleta-Mejía, E., Vargas-Hernández, M., Gómez-Rodríguez, O. y Ramírez-Alarcón, S. 2008. Incorporación de vermicomposta para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(3): 249-255. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2008000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300004)

**Cite this paper/Como citar este artículo:** Acosta-Durán, C.M., Bahena-Galindo, M.E., Chávez-García, J.A., Acosta-Peñaloza, D. Solis-Reynoso, M.G. (2017). Vermicompost substrate for Belen (*Impatiens Walleriana* hook. f.) culture. *Revista Bio Ciencias* 4(5), 14 pages, Article ID: 04.05.04. <http://dx.doi.org/10.15741/rev-bio.04.05.04>

