

## LA BASURA VERDE COMO COMPONENTE DE SUSTRATO PARA CULTIVO DE PETUNIA (*Petunia hybrida* E. Vilm.) EN CONTENEDOR

GREEN WASTE AS A COMPONENT OF GROWING MEDIA FOR CULTURE POTTED OF PETUNIA (*Petunia hybrida* E. Vilm.)

**Dalia Angélica Muro-González<sup>1</sup>, Carlos Manuel Acosta-Durán<sup>2\*</sup>,  
Denisse Acosta-Peñaloza<sup>3</sup>, Lina Cardoso-Vigueros<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, C.P. 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>4</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Progreso, Morelos, México.

\*Autor para correspondencia. Correo-e: [acosta\\_duran@yahoo.com.mx](mailto:acosta_duran@yahoo.com.mx)

---

### RESUMEN

Un factor limitante de la producción de plantas en contenedor lo constituye el sustrato. La tierra de monte es el principal sustrato utilizado en la producción de plantas ornamentales en México. Los desechos de jardinería (basura verde) tienen gran potencial para ser utilizados como componente de sustrato. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la "basura verde" y determinar la dosis óptima para su uso como componente de sustrato en el cultivo de *Petunia* en contenedor. Se realizó un experimento donde se probaron diferentes mezclas de Tierra de Monte y Basura Verde con fibra de coco y aserrín. El experimento se estableció con un diseño completamente al azar de 8 tratamientos y 8

repeticiones. A los datos se les aplicó análisis de varianza y las medias se separaron con la prueba de Tukey. Se observaron respuestas estadísticamente iguales en ocho de las 12 variables evaluadas, resaltando que las igualdades se observaron en todas las variables de crecimiento. Los mejores tratamientos fueron TM100, TM75 y BV75, lo que indica que las mejores condiciones para el cultivo de *petunia* en contenedor están en sustratos con Porosidad de 56.6% a 72.0%, Retención de humedad de 26.1% a 37.0%, pH de 6.51 a 8.17 y Conductividad Eléctrica de 1.40 a 2.10 mS/m. En general, los resultados menos favorecidos se observaron en los tratamientos BV25, TM25 y BV100, que no proporcionaron condiciones adecuadas para el cultivo. Se concluyó que la Basura Verde

puede sustituir perfectamente a la Tierra de Monte como componente de sustrato para el cultivo de petunia en contenedor.

**Palabras clave:** *Basura verde, sustratos, Petunia hybrida.*

## ABSTRACT

A limiting factor in the pot plants production is constitute by the substrate. The forest soil is the main substrate used in the production of ornamental plants in Mexico. Garden waste or "green waste" have great potential to be use as substrate component. The aim of this study was to characterize the "green waste" and to determine the optimal dose for use as substrate component in pot growing *Petunia*. In an experiment were tested, different mixtures of forest soil, green waste, coconut fiber and sawdust, was perform. The experiment was a completely randomized design of 8 treatments and 8 repetitions. Data were applied an analysis of variance and means were separate by Tukey's test. Statistically similar responses were observe in eight of the 12 variables assessed, noting that the equalities were observe in all growth variables. The best treatments were TM100, TM75 and BV75, indicating that the best conditions for petunia growing in container are substrates with porosity of 56.6% to 72.0%, water retention of 26.1% to 37.0%, pH of 6.51 to 8.17, and Electric Conductivity of 1.40 to 2.10 mS/m. In general, the disadvantaged results were observe in the BV25, TM25 and BV100 treatments, which did not provide adequate conditions for pot cultivation. It was conclude that the green waste could perfectly replace the forest soil as a component of substrate for growing container petunia.

**Keywords:** *green waste, growing media, Petunia hybrida*

## INTRODUCCIÓN

La producción de flores es un negocio muy lucrativo que genera ganancias de

35,000 millones de dólares por año alrededor del mundo (PECI, 2008). En gran parte del mundo la producción de flores se lleva a cabo en invernaderos, que son estructuras cerradas y cubiertas por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas.

En México, esta es una actividad muy importante que genera anualmente aproximadamente dos mil millones de pesos, esto se debe a sus condiciones geográficas, climatológicas y fitogenéticas idóneas que le permite ser uno de los productores y comercializadores de plantas ornamentales más importantes del mundo (PECI, 2008).

El estado de Morelos está considerado como el principal productor de plantas de ornato en contenedor en el ámbito nacional, ya que por sus condiciones climáticas produce una gran diversidad de especies permitiendo con ello contribuir considerablemente en la economía de la entidad. Los principales municipios productores de flores son Cuautla, Jiutepec, Cuernavaca, Yautepec, Emiliano Zapata, Amacuzac, Puente de Ixtla, Jonacatepec, y Tlalquitenago. El estado de Morelos cuenta con una superficie cultivable de 495,822 ha, de estas 188,041 ha se dedican a la agricultura y representan el 38% de la superficie en la entidad. De la superficie que se dedica a la agricultura, 1,052 ha se destinan a la horticultura ornamental, donde se incluyen flores de corte, plantas en maceta, y follajes de cobertura (Granada, 2007). Los principales cultivos en contenedor (maceta y bolsa) son: nochebuena, crisantemo, malvón, belén, gerbera, cuna de moisés, zempoalxochitl, petunia, vinca, azalea, gardenia, lantana, margarita, rosa y llamarada; por su parte los principales árboles ornamentales son: ficus, cedro limón, laurel, tabachín, ciprés y pino (PECI, 2008).

El sustrato es uno de los factores de la producción que es necesario optimizar, para producir plantas de calidad. El sustrato

es el sostén de la planta, pero también es el medio donde se efectúan complejas reacciones químicas previas a la absorción de agua y nutrimentos por las raíces; dicha actividad es mayor en la fracción coloidal del suelo (arcillas) y en la materia orgánica, de ahí que la base de todo sustrato preparado sea siempre la materia orgánica. Un factor limitante de la producción de plantas en maceta lo constituye el sustrato (Acosta-Durán, 2012).

Las características físicas y químicas de un sustrato determinan si éste es eficaz. Éstas son el tamaño, la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son: densidad real y aparente, distribución granulométrica, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, distribución de tamaños de poros y estabilidad estructural (Acosta-Durán *et al.*, 2007).

Las características químicas están definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan: capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, pH, capacidad tampón, contenido de nutrimentos y relación C/N (Acosta-Durán, 2012).

Las características biológicas son las propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis; son inestables termodinámicamente y por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999). Entre las características biológicas destacan: Contenido, estado y velocidad de descomposición de la materia orgánica (Acosta-Durán, 2012).

En México existe una amplia diversidad de materiales orgánicos e inorgánicos que pueden ser empleados como sustratos en la producción de plantas

ornamentales. Los primeros como elementos activos de la nutrición de las plantas y los segundos para aumentar el volumen de las mezclas empleadas. La disponibilidad de estos materiales es relativa, algunos pueden abundar en una región determinada mientras que en otras pueden estar ausentes. La recomendación es usar los sustratos de mayor disponibilidad en cada región, que por lo general son los de más bajo costo (Acosta-Durán *et al.*, 2008).

La tierra de monte es el principal sustrato utilizado en la producción de plantas ornamentales en la región central del país (Bastida-Tapia, 2002; Hernández-Godínez y Jiménez-González, 2003).

Vidal en 1998, evaluó sustratos para la producción de helecho cuero, en el que probó diferentes materiales y concluye que sustratos basados en aserrín y turba son ligeros y presentan baja y excelente capacidad de retención de humedad, pero no menciona los niveles de la retención de humedad de los sustratos utilizados.

Martínez (1994) menciona que la retención de humedad del sustrato es de las características más importantes y que para que un sustrato sea considerado como bueno debe retener del 50 al 70 %.

Hernández-Hernández (1998) evaluó mezclas de sustratos para la producción plántulas de petunia dando buenos resultados, pero no menciona porcentajes de humedad.

En un estudio con bagazo de agave composteado, se demostró que dicho residuo puede ser utilizado como sustrato alternativo a turbas comerciales, debido a que presenta propiedades físicas y químicas adecuadas para ser utilizado como sustrato (Rodríguez-Macías *et al.*, 2010).

También se han evaluado las características físico químicas de sustratos hechos a base de basura verde composteada y utilizados en ornamentales,

encontrando un pH de 8, una capacidad de intercambio catiónico muy alta, una relación C/N de 22 y 48, que es mayor que los niveles óptimos de 15-20, y al ser comparado con turba, éste mostró ser un material aceptable como sustrato para plantas ornamentales en contenedor (Benito *et al.*, 2006).

Hernández-Hernández *et al.* en 2008, evaluaron los efectos de la utilización de materiales de origen natural como la tierra de hoja sobre la germinación y propagación de plantas ornamentales como la Petunia, se encontró que produjo un 92% de germinación en semilla.

Ramírez-Jaramillo *et al.* en 2006, hicieron diferentes mezclas de fibra de coco como componente del sustrato, con proporciones de otros materiales y se concluyó que la fibra de coco en proporciones entre 20% y 40% mezclada con tierra de hoja mostraron mejores efectos en el crecimiento de plantas de malvón (*Pelargonium* spp) para la producción en contenedor.

García-Albarado *et al.* en 2010, utilizaron como sustratos alternativos a las turbas comerciales, composta de desechos de ganado bovino y residuos de cosecha, para mejorar el crecimiento y la producción de flores y semillas de petunia, se encontró que éstas en una proporción de 30% adicionadas a suelos salinos mejoran el crecimiento de plantas de petunia de manera significativa y mantiene la producción de flores y semillas, y en otro trabajo, donde también se buscaba suplantar a la turba con fibra de coco en la germinación de semillas de especies ornamentales, se concluyó que el polvo de coco puede utilizarse como sustrato para la producción de plantas para trasplante de especies ornamentales (Ayala-Sierra y Valdez-Aguilar, 2008).

Los desechos de jardinería de áreas públicas y privadas, también llamados "basura verde" se producen en grandes cantidades y las autoridades municipales están teniendo problemas para deshacerse de ellos. Este material tiene un gran

potencial para composteo y produce un material de alta fertilidad, con excelentes propiedades físicas para ser utilizado como componente de sustrato en la producción de plantas en contenedor. Se han realizado estudios en otros países para la estabilización del material composteado pero es necesario validar técnicas con fines de adopción para aplicarse a las condiciones de nuestra región (Masaguer *et al.*, 2003).

En un trabajo donde se utilizó composta de residuos de jardinería se demostró que éste puede ser una alternativa de reemplazo del suelo con perlita, ya que es muy económico no contiene aditivos y es de uso directo. Además es una alternativa para reducir el uso de recursos no renovables. La basura verde composteada, se utilizó como sustrato único alternativo en el cultivo especies ornamentales, y representa una alternativa muy interesante por ser económico, reciclado, además contribuye a preservar el ambiente ya que se obtiene a partir de residuos de poda y reduce la cantidad de residuos enterrados en rellenos sanitarios alargando su vida útil y puede disminuir el uso de otros sustratos como la turba cuya extracción perjudica al ecosistema (Vanier *et al.*, 2011).

Barbaro *et al.*, (2009) utilizaron residuos de poda composteados para evaluar la respuesta de plantas de *Salvia splendens*, utilizando un compost de restos de poda, en mezclas con suelo al 50% y empleando diferentes niveles de fertilización N-P-K, generaron mejores resultados en un sistema radicular mayor en comparación con sustratos comerciales.

López-Cuadrado *et al.* (2004) evaluaron el efecto de residuos de poda como sustrato en el cultivo en contenedor de *Osteospermum ecklonis* como planta ornamental indicadora, y se encontró que la caracterización inicial de los sustratos muestra altos valores de conductividad eléctrica y de contenido de N, lo que da lugar a un mayor enraizamiento que repercute posteriormente en una mayor producción vegetal. Además este sustrato alternativo

reduce de forma importante el consumo de turba sin alterar su comportamiento agronómico, por lo tanto es un sustrato viable para el cultivo de plantas ornamentales.

Krucker *et al.* (2010) encontraron que al utilizar materiales orgánicos composteados como residuos de jardinería, desechos de animales, biosólidos, residuos de agricultura, virutas de madera, residuos sólidos municipales y residuos de comida, materiales que tienen altas densidades, sales solubles, bajo pH y capacidad de agua disponible, se ha encontrado que son buenos sustratos, de aceptable calidad, para contenedores, pueden ser usados al ser composteados, supliendo nutrientes y produciendo plantas de igual o mejor calidad en crecimiento, comparado con los sustratos estándares.

La tierra de monte es uno de los principales sustratos utilizados en la producción de plantas ornamentales, debido a sus características físicas, su disponibilidad y su bajo costo. Sin embargo la explotación irracional del éste recurso tiene graves impactos ambientales principalmente sobre la vegetación y el suelo de los ecosistemas forestales (Hernández-Godínez y Jiménez-González, 2003). Entre las alternativas para la sustitución de la tierra de hoja como sustrato está el uso de materiales de desecho como la basura verde, la cual tiene potencial para ser utilizada como un sustrato alternativo. La inclusión de basura verde en los sustratos para el cultivo de plantas ornamentales en contenedor tendrá efectos significativos en el crecimiento y desarrollo de las mismas, por lo que puede suplantar el uso de tierra de hoja.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar las características físicas y químicas de la "basura verde" y determinar la dosis óptima para su uso como componente de sustrato para el cultivo de petunia en contenedor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, localizado en la colonia Chamilpa, en Cuernavaca, Morelos, México, el cual cuenta con un clima templado, altura de 1,820 msnm y está situado entre las coordenadas de los 9° 14' 55" latitud norte y los 18° 59' 00" longitud oeste.

Se utilizó un invernadero tipo túnel de 300 m<sup>2</sup>, cubierto con plástico foto tratado al 50% con piso cubierto de plástico y riego manual. Los tratamientos consistieron en la preparación de mezclas como se describe en el Cuadro 1.

El manejo de cultivo se realizó mediante las recomendaciones técnicas lo mismo que la fertilización. No se observó la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo de cultivo.

La estrategia para cumplir los objetivos consistió en: Caracterización físico química en laboratorio de la basura verde y de las mezclas preparadas; posteriormente se realizó evaluación agronómica.

La caracterización se realizó en el laboratorio de producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UAEM y las características que se determinaron fueron (Acosta-Durán, 2012):

- Retención de Humedad: por el método de la diferencia de volúmenes. Se refiere al máximo volumen de agua que queda retenida en el sustrato después de regar a capacidad de contenedor y dejar drenar libremente. Se expresa en porcentaje (%) del volumen del material. Esta característica depende del tipo de material y del tamaño de partícula. Se recomiendan valores entre 40 y 60% para el crecimiento adecuado de la mayoría de las plantas.

Cuadro 1. Proporción de los componentes de cada tratamiento para la determinación de la dosis óptima de inclusión de "basura verde" como componente de sustrato para el cultivo de petunia en contenedor.

| Tratamientos | Basura Verde<br>% | Tierra de Monte<br>% | Sustrato General*<br>% |
|--------------|-------------------|----------------------|------------------------|
| BV 100       | 100               | -                    | -                      |
| TM 100       | -                 | 100                  | -                      |
| BV 75        | 75                | -                    | 25                     |
| TM 75        | -                 | 75                   | 25                     |
| BV 50        | 50                | -                    | 50                     |
| TM 50        | -                 | 50                   | 50                     |
| BV 25        | 25                | -                    | 75                     |
| TM 25        | -                 | 25                   | 75                     |

\*Preparado con 50% de aserrín de madera y 50% fibra de coco.

- **Porosidad Total:** por el cálculo del porcentaje de espacio poroso en condiciones secas. Es la cantidad de espacios que no están ocupados por materiales sólidos. Se expresa en porcentaje del volumen total del material. La característica depende básicamente del tamaño de partícula. Se recomiendan valores del 45 al 75% para el crecimiento de plantas, aunque depende del tipo de material y del tamaño de las partículas.
- **Densidad Real:** por el cálculo de la relación de partículas sólidas por unidad de volumen sin espacio poroso.
- **Conductividad eléctrica:** se midió de manera directa con un medidor marca HANNA. Es una medida utilizada para determinar la cantidad de sales presentes en el sustrato. Cuando hay exceso de sales en el sustrato se presentan pérdidas de agua por las raíces lo que provoca síntomas visibles y daña seriamente a las plantas. Se expresa en Siemens por unidad de longitud. Las unidades de lectura normalmente son: mS/cm o dS/m.
- **pH:** se midió directamente del sustrato con un potenciómetro. Se refiere a

la cantidad de iones de hidrógeno libres en una solución de sustrato. Se describe con una escala del 1 al 14, siendo los valores entre 5.5 y 7 los más adecuados para el cultivo de la mayoría de las plantas en contenedor. Esta característica depende de la naturaleza del material y determina la acidez o alcalinidad del mismo.

Se hicieron diferentes mezclas y en diferentes proporciones de la basura verde y la tierra de monte con un sustrato general preparado a base de fibra de coco y aserrín, para generar a la mezcla mejores condiciones de retención de humedad y porosidad.

A los 90 días después del trasplante se tomaron datos de las variables: Volumen de raíz (ml), longitud de la raíz (cm), altura de la planta (cm), diámetro de la planta (cm), diámetro de tallo (cm), número de hojas, número de flores, contenido de clorofila (SPAD), biomasa del vástago fresco y seco (g) y biomasa de la raíz fresca y seca (g).

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar de 8 tratamientos con 8 repeticiones, la unidad experimental fue una maceta con una planta.

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y las medias se separaron mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización físico química de los componentes así como de las mezclas se observaron diferencias que pueden ser determinantes en el desarrollo de cultivos (Cuadro 2). En las propiedades físicas la Basura Verde (BV) y la Tierra de Monte (TM) presentaron valores muy similares de porosidad y la BV fue superior en la capacidad de retención de humedad. La densidad es más alta en la BV sin embargo las mezclas con el sustrato general equilibran esta característica. Las características químicas son las que parecen influenciar en mayor medida el comportamiento de las plantas porque en pH, la BV es ligeramente alcalina en todos las mezclas, en cambio la TM es ligeramente acida. Y en el caso de la conductividad eléctrica la BV presenta valores sensiblemente más altos que la TM sin

embargo se mantienen en el rango apropiado para el cultivo de plantas (Acosta-Durán, 2012), sobre todo en el caso de las mezclas con sustrato general.

A los 90 días después del trasplante, se tomaron los datos para las variables y en general se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos.

En la mayoría de los tratamientos con niveles altos (75 y 100 %) tanto de BV como de TM dieron los mejores resultados en todas las variables (Cuadro 3 y 4). En casi todos los tratamientos de basura verde al 75% resultaron ser mejores o iguales a los tratamientos con 100% y 75% de tierra de monte, lo cual indica que la basura verde funciona como un sustrato alternativo en esas dosis y puede reemplazar a la tierra de monte.

En la variable de peso seco de la raíz el coeficiente de variación es muy alto, esto puede deberse a que en raíces las variables que se calculan pueden presentar gran variación por el manejo de las raíces al ser secadas de los contenedores o pueden contener ciertas cantidades de sustrato.

Cuadro 2. Caracterización físico química de los tratamientos para la determinación de la dosis óptima de inclusión de "basura verde" como componente de sustrato para el cultivo de petunia en contenedor.

| Tratamiento | Características Físicas |                          |                | Características Químicas |                                |
|-------------|-------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------|
|             | Porosidad (%)           | Retención de Humedad (%) | Densidad (g/l) | pH                       | Conductividad Eléctrica (mS/m) |
| BV100       | 65.0                    | 46.5                     | 599.0          | 7.74                     | 4.04                           |
| TM100       | 66.0                    | 31.0                     | 480.0          | 6.51                     | 1.42                           |
| BV75        | 56.6                    | 26.1                     | 455.0          | 8.17                     | 2.10                           |
| TM75        | 72.0                    | 37.0                     | 382.0          | 6.58                     | 1.40                           |
| BV50        | 86.0                    | 11.6                     | 402.0          | 7.89                     | 2.36                           |
| TM50        | 76.5                    | 27.0                     | 279.0          | 6.74                     | 1.49                           |
| BV25        | 86.5                    | 35.7                     | 278.0          | 7.64                     | 1.87                           |
| TM25        | 82.0                    | 31.5                     | 222.0          | 6.57                     | 0.51                           |

Para altura de planta y el diámetro de tallo, los datos obtenidos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 3). La mayor altura de vástago se obtuvo con TM100, pero los tratamientos BV75 y TM75 mostraron ser estadísticamente iguales, por lo tanto se puede considerar que los tres tratamientos tuvieron el mismo efecto en ambas variables. Los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por Acosta-Durán *et al.* (2014) quienes evaluaron el efecto de la aplicación de diferentes dosis de vermicomposta a un sustrato hecho a base de tierra de hoja, aserrín y fibra de coco en la altura y diámetro de vástago de plantas de petunia, encontrando que los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con una inclusión de vermicomposta en 100% y 75%.

Para diámetro de planta se encontraron diferencias significativas, en donde los mejores tratamientos fueron BV100, BV75 y TM100, que fueron estadísticamente iguales.

En el número de hojas se encontraron diferencias significativas, en donde los mejores tratamientos fueron BV100, BV 75, BV50, TM100 y TM75 ya que fueron estadísticamente iguales.

En número de flores, en los resultados obtenidos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual coincide con lo reportado por Vanier *et al.* (2011), en donde utilizaron compost de poda como un sustrato alternativo, y otros dos sustratos: suelo con perlita y compost comercial en el cultivo de Petunia, y encontraron que para la variable de número de flores abiertas no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos.

En el contenido de clorofila los mejores tratamientos fueron los que contenían 75 y 50% de BV y TM que fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes al resto de los tratamientos. Estos resultados son semejantes a los encontrados por

Gómez-Merino *et al.* (2011), donde se evaluó el efecto de tres sustratos que consistieron en suelo agrícola salino, suelo agrícola salino con 30% de composta (estiércol de bovino y residuos de cosecha) y suelo agrícola salino con 80% de la misma composta sobre la acumulación de macronutrientes en petunia, y encontraron que los materiales procesados a través del compostaje contienen nutrientes que al ser absorbidos por las plantas tienen efectos positivos sobre fotosíntesis y contenido de clorofila ya que en las compostas puede haber mayor disponibilidad de nutrientes en formas intercambiables de P, K, Ca y Mg.

En la producción de biomasa del vástago los mejores tratamientos fueron BV50, BV75, TM50 y TM75 para peso fresco y BV100, BV75, BV50, TM100 y TM75 para peso seco, lo que indica que las dosis altas promueven la absorción de nutrientes (Cuadro 4). Los resultados son semejantes a los reportados por Acosta-Durán *et al.* (2014) quienes evaluaron el efecto en el peso seco del vástago de la aplicación de diferentes dosis de vermicomposta a un sustrato hecho a base de tierra de hoja, aserrín y fibra de coco en plantas de petunia, encontrando que el mejor tratamiento se obtuvo en los tratamientos con una inclusión de vermicomposta en 100% y 75%. Estos resultados también coinciden por lo reportado por Vendrame y Maguire (2005) que hicieron un estudio en el cual se evaluaron los efectos de seis diferentes sustratos en el crecimiento de Petunia, Margarita, Daysi y Belén. Los sustratos eran dos comerciales y uno con 60% de turba, 25% de vermiculita, 15% de perlita. Los otros tres sustratos contenían diferentes porcentajes de composta que contenían biosólidos y restos de poda de jardinería, en donde se encontró que el sustrato que tenía 100% de composta fue el mejor tratamiento para el peso seco del vástago en Petunia, por sobre los sustratos comerciales hechos a base de turba.

La producción de biomasa de la raíz, estuvo claramente determinada por los

tratamientos TM100 y TM75 que fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. En el caso del crecimiento la longitud fue determinada por los cuatro tratamientos de TM y en el volumen de la raíz la respuesta fue inducida por los tratamientos de 100% y 75% de TM.

Los resultados mostraron claramente que la Basura Verde puede sustituir perfectamente a la Tierra de Monte como componente de sustrato para el cultivo de Petunia en contenedor, ya que tuvieron respuestas estadísticamente iguales en ocho de las 12 variables evaluadas, resaltando que las igualdades se observaron en todas las variables de crecimiento, que son las más importantes en el cultivo de petunia. La tierra de monte superó a la basura verde en las variables de raíz, factor que no se considera importante, porque es bien sabido que en el cultivo de plantas en contenedor, el mayor crecimiento radicular se da como respuesta a bajos niveles de abastecimiento de nutrientes y agua, lo que pudo ser ocasionado por la baja conductividad

eléctrica de los tratamientos con tierra de monte (Cuadro 2).

En general, los resultados menos favorecidos se observaron en los tratamientos BV25, TM25 y BV100, en los que se considera que no proporcionaron condiciones adecuadas para el cultivo de petunia en contenedor.

Los mejores tratamientos fueron TM100, TM75 y BV75, lo que indica que las mejores condiciones para el cultivo de petunia en contenedor están en sustratos con Porosidad de 56.6% a 72.0%, Retención de humedad de 26.1% a 37.0%, pH de 6.51 a 8.17 y Conductividad Eléctrica de 1.40 a 2.10 mS/m.

La Basura Verde resultó ser un componente de sustrato para mejorar o igualar algunas variables de crecimiento y desarrollo de Petunia en contenedor, como: altura de la planta, diámetro de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, contenido de clorofila, peso fresco y seco del vástago.

Cuadro 3. Comparación estadística para las variables de crecimiento de ocho tratamientos de basura verde y tierra de hoja en diferentes dosis como componentes de sustrato para cultivo de Petunia en contenedor.

| Tratamiento | Altura de la planta (cm) | Diámetro de la planta (cm) | Diámetro del tallo (mm) | Número de hojas | Número de flores | Contenido de clorofila (SPAD) |
|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| BV100       | 21.13 bcd*               | 28.95 ab                   | 3.97 bc                 | 27.00 a         | 32.53 a          | 30.83 bc                      |
| TM100       | 24.22 a                  | 32.60 a                    | 4.07 ab                 | 27.68 a         | 32.37 a          | 29.00 bc                      |
| BV75        | 22.00 abc                | 29.65 ab                   | 5.42 a                  | 25.50 ab        | 33.12 a          | 43.67 ab                      |
| TM75        | 23.53 ab                 | 27.57 b                    | 4.63 ab                 | 23.68 abc       | 29.82 a          | 35.83 abc                     |
| BV50        | 21.18 bcd                | 26.35 b                    | 3.69 bc                 | 15.33 abc       | 34.55 a          | 48.50 a                       |
| TM50        | 20.95 bcd                | 20.47 c                    | 3.75 bc                 | 14.00 cd        | 26.57 a          | 43.67 ab                      |
| BV25        | 18.82 d                  | 19.48 c                    | 3.25 c                  | 8.33 d          | 31.63 a          | 22.68 c                       |
| TM25        | 19.30 cd                 | 20.10 c                    | 3.53 bc                 | 14.17 cd        | 26.78 a          | 26.68 c                       |
| CV          | 7.40                     | 13.56                      | 17.50                   | 29.62           | 14.76            | 24.78                         |

\*En las columnas letras iguales indican que no hay diferencias significativas (Tukey,  $P < 0.05$ ).

Cuadro 4. Comparación estadística para las variables de biomasa y crecimiento de raíz de ocho tratamientos de basura verde y tierra de hoja en diferentes dosis como componentes de sustrato para cultivo de Petunia en contenedor.

| Tratamiento | Peso fresco del vástago (g) | Peso seco del vástago (g) | Peso fresco de raíz (g) | Peso seco de raíz (g) | Longitud de raíz (cm) | Volúmen de raíz (ml) |
|-------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| BV100       | 30.83 bc*                   | 8.93 ab                   | 5.30 b                  | 3.05 b                | 11.25 bc              | 12.17 bc             |
| TM100       | 29.00 bc                    | 9.85 ab                   | 7.78 a                  | 7.02 a                | 16.67 a               | 19.17 ba             |
| BV75        | 43.67 ab                    | 12.18 a                   | 4.78 b                  | 2.32 b                | 9.50 c                | 15.98 bc             |
| TM75        | 35.83 abc                   | 9.25 ab                   | 9.80 a                  | 7.76 a                | 15.43 ab              | 26.33 a              |
| BV50        | 48.50 a                     | 9.62 ab                   | 4.60 b                  | 3.02 b                | 11.17 bc              | 13.12 bc             |
| TM50        | 43.67 ab                    | 6.95 bc                   | 5.00 b                  | 4.47 b                | 14.15 ab              | 11.68 bc             |
| BV25        | 22.68 c                     | 3.83 c                    | 3.95 b                  | 2.85 b                | 11.17 bc              | 15.67 bc             |
| TM25        | 26.68 c                     | 4.45 c                    | 3.90 b                  | 3.70 b                | 12.83 abc             | 11.00 c              |
| CV          | 24.78                       | 25.00                     | 23.13                   | 30.81                 | 19.26                 | 27.63                |

\*En las columnas letras iguales indican que no hay diferencias significativas (Tukey,  $P < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

La Basura Verde puede sustituir perfectamente a la Tierra de Monte como componente de sustrato para el cultivo de petunia en contenedor.

Se observaron respuestas estadísticamente iguales en ocho de las 12 variables evaluadas, resaltando que las igualdades se observaron en todas las variables de crecimiento.

La Basura Verde resultó ser un componente de sustrato para mejorar o igualar variables de crecimiento y desarrollo de Petunia en contenedor, como: altura de la planta, diámetro de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, contenido de clorofila, peso fresco y seco del vástago.

Los mejores tratamientos fueron TM100, TM75 y BV75, lo que indica que las mejores condiciones para el cultivo de petunia en contenedor están en sustratos

con Porosidad de 56.6% a 72.0%, Retención de humedad de 26.1% a 37.0%, pH de 6.51 a 8.17 y Conductividad Eléctrica de 1.40 a 2.10 mS/m.

En general, los resultados menos favorecidos se observaron en los tratamientos BV25, TM25 y BV100, en los que se considera que no proporcionaron condiciones adecuadas para el cultivo de petunia en contenedor.

## LITERATURA CITADA

Acosta-Durán C. M., D. Acosta-Peñaloza, L. M. Nava-Gómez, M. Andrade-Rodríguez, I. Alía-Tejagal, O. G. Villegas-Torres. 2007. Efecto del tipo de sustrato en el crecimiento inicial de plantas ornamentales en contenedor. *Investigación Agropecuaria* 4(1): 1-8.

Acosta-Durán C. M., Susana-Gallardo, C., A. Normann K., F. Carvallo B. 2008. *Materiales*

regionales utilizados en Latinoamérica para la preparación de sustratos. *Investigación Agropecuaria* 5(2): 93-106.

Acosta-Durán, C.M., 2012. Selección de sustratos para Horticultura. Redes Editores, México. 108 pp.

Acosta-Durán, C.M., Vázquez-Benítez, N., Villegas-Torres, O.G., Vence, L.B. y Acosta-Peñaloza, D. 2014. Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. Y *Petunia hybrida* E. Vilm. En contenedor. *Bioagro* 26(1): 107-114.

Ayala-Sierra, A. y Valdez-Aguilar, L. A. 2008. El polvo de coco como sustrato alternativo para la obtención de plantas ornamentales para trasplante. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 161-167.

Bastida-Tapia, A. 2002. Sustratos hidropónicos. Materiales para cultivo sin suelo. Serie de publicaciones AGRIBOT. UACH. Preparatoria Agrícola. Chapingo, México. 121 pp.

Barbaro, L. A., Morisigue, D., Karlanian, M. y Buyatti, M. A. 2009. Producción de plantas de coral (*Salvia splendens* L.) en sustratos realizados a base de composts de restos de poda y suelo con diferentes dosis de fertilización. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 8(2) ISSN 1666-7719.

Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A. y De Antonio, R. 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresurce Technology* 97(16): 2071–2076.

Burés, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. Pp.19-46. In: *Tecnología de Sustratos: Aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal*. J.N. Pastor S. (ed.) Universidad de Lleida. España

García-Albarado, J.C., Trejo-Téllez, L.I., Ruiz-Bello, A., Gómez-Merino, F.C. y Velásquez-Hernández, M.A. 2010. Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(2): 107-113.

Gómez-Merino, F.C., Trejo-Téllez, L.I., Velásquez-Hernández, M.A., García-Albarado, C. y Ruiz-Bello, A. 2011. Macronutrientes en petunias crecidas con distintas proporciones de composta en sustrato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 399-413.

Granada C., L. 2007. Propuesta de trabajo para el sistema producto ornamentales en Morelos. Documento de trabajo (inédito). Productores de Ornamentales de Morelos A. C. (POMAC) y Consejo Estatal de Productores de Ornamentales de Morelos A. C. (CEPOMAC). Cuernavaca, Morelos, México. 5 pp.

Hernández-Godínez, F.A. y Jiménez-González, O. 2003. Uso de la tierra de hoja en la producción de planta ornamental: Caso Xochimilco. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales.

Hernández-Hernández, E., C.M. Acosta-Durán y F. Martínez. 2008. Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de petunia (*Petunia grandiflora* Falcon mezcla) en condiciones de invernadero. *Investigación Agropecuaria* 5(1): 66-74.

Hernández-Hernández, E. 1998. Evaluación de cuatro sustratos para la producción de plántulas de "Petunia (*Petunia grandiflora* falcon M.) en condiciones de invernadero. Tesis profesional Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 55 pp.

- Krucker, M., Hummel, R.L. y Cogger, C. 2010. Chrysanthemum production in composted and noncomposted organic waste substrates fertilized with Nitrogen at two rates using surface and subirrigation. *Hortscience* 45(11):1695–1701.
- López-Cuadrado, M.C., Ruiz-Fernández, J. y Masaguer, A. 2004. Aplicación de diferentes sustratos alternativos en el cultivo de *Osteospermum ecklonis*. Actas de las VII Jornadas del Grupo de Sustratos de la SECH. Madrid, España.
- Martínez, M. F. 1994. Manual básico de sustratos. Oasis Consultores. 31 pp.
- Masaguer, A., De Antonio R., Benito M. 2003. Restos Vegetales como sustrato alternativo en horticultura ornamental. Actas de Horticultura 39: 597-599.
- PECI (Programa Estatal de Competitividad e Innovación) 2008. Programa Morelos competitivo y solidario: Programa estatal de competitividad e Innovación. Capítulo 7: El sector agro negocios: Plantas ornamentales y una industria azucarera más competitiva. Gobierno del estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. pp. 365-390.
- Ramírez-Jaramillo, M.A., Acosta-Durán, C.M., López-Martínez, V., Alía-Tejacal, I. y Acosta-Peñaloza, D. 2006. La fibra de coco como componente del sustrato para la producción de malvón (*Pelargonium* spp) en contenedor. *Investigación Agropecuaria*. 3(1): 62-74.
- Rodríguez-Macías, R., Alcantar-González, E., Iñiguez-Covarrubias, G., Zamora-Natera, F., García-López, P., Ruíz-López, M, y Salcedo-Pérez, E. 2010. Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero. *Interciencia* 35 (7).
- Vanier, M., Ratto, S., Pierini, V. y Avedissian, F. 2011. Uso de compost de poda como sustrato único en sistemas de cultivo de plantas ornamentales. *Rev. Facultad de Agronomía UBA* 31(3): 223-230.
- Vendrame, W. A. y Maguire, I. 2005. Growth of selected bedding plants as affected by different compost percentage. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 118: 368-371.
- Vidal C. L. 1998. Evaluación de sustratos para la producción de "helecho cuero" (*Rumohra adiantiformis* G. Forst Ching) bajo dos condiciones de cultivo. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuernavaca, Morelos, México. 52 pp.