

## SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CULTIVO DE CROSANDRA (*Crossandra infundibuliformis* L.) EN CONTENEDOR

ORGANIC GROWING MEDIA FOR CROSANDRA  
(*Crossandra infundibuliformis* L.) CULTURE IN POT

Carlos Manuel Acosta-Durán<sup>1\*</sup>, Denisse Acosta-Peñaloza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ProBiSe (Profesionales en Bienes y Servicios), Calle Hacienda Cocoyoc 20, col Jardines de la Hacienda, CP 62564, Jiutepec, Morelos, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas.

\*Autor para correspondencia: Correo-e: acosta\_duran@yahoo.com.mx

---

### RESUMEN

La horticultura ha comenzado a implementar prácticas de bajo impacto ambiental, particularmente la fertilización orgánica, utilizando la composta y la vermicomposta porque se piensa que utilizados como componente del sustrato, pueden aumentar la eficiencia de la nutrición en los cultivos, por lo que el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar su efecto, como componentes orgánicos de sustrato para el cultivo de crosandra (*Crossandra infundibuliformis* L.) en contenedor y en condiciones de invernadero. Se colocaron plántulas en macetas de 6", previamente llenas con sustratos preparados a base de composta, vermicomposta, tierra de monte y

fibra de coco, en porcentajes de inclusión de 100%, 75%, 50% y 25%. Las variables registradas fueron: altura de planta, número de hojas y de inflorescencias, peso fresco y seco de tallo, y peso fresco y seco de raíz. Se realizó análisis de varianza con diseño completamente al azar de 16 tratamientos, la parcela experimental constó de una maceta con una planta. La separación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Se observaron diferencias significativas en todas las variables como efecto de las diferentes mezclas de sustrato evaluadas. Se concluyó que la utilización de composta y vermicomposta como componente de sustrato favorece el crecimiento y desarrollo de *C. infundibuliformis* en contenedor. Los mejores resultados se observaron en la

mezcla de 50 % composta + 50 % tierra de monte, en todas las variables. Los peores resultados se dieron en el tratamiento de 100 % fibra de coco, en todas las variables. Las mejores proporciones para utilizar la composta como componente de sustratos son 25%, 50% y 75 %, en cambio la vermicomposta se puede utilizar en cualquier proporción, para el cultivo de *C. infundibuliformis* en contenedor.

**Palabras clave:** *Composta, vermicomposta, tierra de monte, horticultura ornamental, cultivo en maceta.*

## ABSTRACT

Horticulture has begun to implement practices of low environmental impact, particularly organic fertilization practices using compost and vermicompost, because it is thought that used as a component of the substrate, can increase the efficiency of nutrition in crops, so the objective of the present work was to evaluate its effect, as organic components of substrate for the cultivation of *Crossandra infundibuliformis* in container and under greenhouse conditions. Seedlings were placed in 6" pots, previously filled with substrates prepared with compost, vermicompost, forest soil, and coconut fiber, in 100%, 75%, 50% and 25% inclusion percentages. The registered variables were: plant height, number of leaves and inflorescences, fresh and dry weight of stem, and fresh and dry weight of root. Analysis of variance was carried out with a completely random design of 16 treatments, the experimental plot consisted of a pot with a plant. The separation of means was performed with the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Significant differences were observed in all the variables as an effect of the different substrate mixtures evaluated. It was concluded that the use of compost and vermicompost as a substrate component, favors the growth and development of *C. infundibuliformis* in container. The best results were observed in the mixture of 50% compost + 50% forest soil, in all the

variables. The worst results were in the treatment of 100% coconut fiber, in all the variables. The best proportions to use the compost as a substrate component are 25%, 50% and 75%, whereas the vermicompost can be used in any proportion, for the culture of *C. infundibuliformis* in container.

**Keywords:** *Compost, vermicompost, forest soil, ornamental horticulture, pot culture.*

## INTRODUCCIÓN

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

A nivel nacional Morelos resalta por sus exportaciones. En nuestro país se cultivan aproximadamente 6,500 hectáreas de las cuales el 9% se realizan bajo invernadero. En el estado de Morelos se registran en promedio, un mil setecientas hectáreas sembradas con flores, productos viveristas y ornamentales. La actividad del viverismo en el estado presenta un marcado interés social, puesto que 3 500 productores trabajan más de 500 hectáreas bajo sistemas intensivos de invernadero y/o con sombra. Es necesario resaltar que el viverismo representa una actividad sumamente integrada con otras ramas de la economía del estado, como la del transporte, agroquímicos, la industria del plástico, o la de servicios, razón por la cual, se entiende el gran efecto multiplicador que tiene la derrama de más de 26 millones de dólares que entraron a nuestro estado durante 1996 por la comercialización de estos productos (Mundo, 2002).

Por otro lado, las prácticas agrícolas intensivas han provocado el deterioro y la

pérdida de la biodiversidad de los suelos por la creciente erosión y pérdida de la fertilidad (Miller y Wali, 1994). De tal forma que se han desarrollado algunos métodos, técnicas y prácticas dirigidas al manejo y transformación de desechos orgánicos (biodegradación aeróbica, biodigestión, lombricompostaje). Dicha transformación está encaminada no solo a disminuir el problema de contaminación ambiental que estos materiales provocan sino a la obtención de abonos orgánicos, cuyas características físicas, químicas y biológicas incidan directamente en el mejoramiento del suelo y el crecimiento de las plantas.

La fertilización orgánica únicamente utiliza materias primas de origen natural, hoy denominados abonos orgánicos, que son producto de la descomposición de materia orgánica vegetal y animal. Se ha creído que los abonos orgánicos son productos nuevos originados por la corriente orgánica actual, sin embargo, mucho tiempo antes de que surgieran los fertilizantes químicos, la única manera de proveer y devolver al suelo los nutrimentos extraídos durante el proceso de producción era mediante la aplicación de materia orgánica, por lo que es errado suponer que la fertilización orgánica es una práctica novedosa (Piccini y Bortone, 1991; Plaster, 2000).

La influencia de los abonos orgánicos sobre la fertilidad del suelo ha sido comprobada y actualmente se sabe que contribuyen a mejorar las características fisicoquímicas y biológicas del suelo, incrementando así la producción y productividad de los cultivos (Piccini y Bortone, 1991; SAGARPA, 2008). Su aplicación constante al suelo modifica las características edáficas, en especial el contenido de nitrógeno total, su estructura fisicoquímica, pH, porosidad, disponibilidad de K, P, Ca y Mg, así como su capacidad de intercambio iónico entre otras, contribuyendo al enriquecimiento del suelo (SAGARPA, 2008; Jaramillo, 2005).

Debido a esto, hoy en día, la horticultura ha comenzado a implementar

prácticas de bajo impacto ambiental (Márquez-Hernández *et al.*, 2006), particularmente prácticas de fertilización orgánica utilizando diversos abonos orgánicos como la tierra de composta y la vermicomposta, e implementando también el uso de sustratos alternativos como residuos agroindustriales como es el caso de la cáscara de arroz y el aserrín, así como también la inoculación de hongos endomicorrízicos y microorganismos fijadores de nitrógeno (García *et al.*, 2001; Velasco-Velasco *et al.*, 2001; Valenzuela y Gallardo, 2002) como una alternativa para lograr cultivos superiores de manera sustentable.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Acosta-Durán *et al.*, 2005; Acosta-Durán, 2008).

La investigación de nuevos materiales para formular sustratos que sirvan como medio de crecimiento vegetal se ha transformado en una actividad fundamental, debido al encarecimiento y baja disponibilidad de los ya existentes, y a su vez a la creciente demanda de sustratos cada vez más específicos. Ante este panorama, parece interesante investigar la aptitud de los subproductos o residuos generados por diferentes actividades productivas y de consumo, como componentes de sustratos, particularmente por su reducido costo. El empleo de residuos en la formulación de sustratos tiene un elevado valor medioambiental, ya que devuelve al ciclo productivo materiales desechados, y en muchos casos su manejo resulta muy problemático y caro. A su vez, el empleo de este tipo de materiales reduce la presión de explotación sobre recursos naturales, que no resisten altos ritmos de explotación sin

ocasionar un fuerte impacto en el medioambiente (Zapata *et al.*, 2005).

Un sustrato preparado debe tener, ante todo, capacidad de retención de humedad y excelente aeración, dependiendo esta última de la densidad aparente del material. También son características deseables en un sustrato el pH adecuado a la planta por cultivar, buena capacidad de intercambio de cationes, alto nivel de nutrimentos asimilables y ausencia de sales solubles. De acuerdo con el propósito que se persiga y las necesidades particulares de la especie ornamental de interés, se pueden presentar sustratos muy variados, ajustados a las características señaladas, para ello se mezcla el componente orgánico en el nivel adecuado de humificación, con el componente mineral que puede ser tierra de banco, atocle, arena, piedra pómez, perlita y vermiculita (Acosta-Durán *et al.*, 2003).

El composteo es una forma importante del reciclaje de elementos como el carbono, nitrógeno, magnesio, azufre, calcio, potasio y los micronutrientes; que son elementos necesarios para mantener los ciclos biológicos que existen en la naturaleza. La composta tiene dos funciones importantes, por un lado, mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes para el crecimiento de las plantas y por otro, sus ácidos orgánicos hacen que los nutrientes estén disponibles fácilmente para las plantas.

La composta se crea a partir de la descomposición y recombinación de varias formas de vida animal y vegetal, como hojas, pasto, madera, basura, ropa de fibras naturales, cabellos y huesos. Estos materiales constituyen la materia orgánica, que representa una fracción de los componentes totales del suelo. Es un proceso biooxidativo en el que intervienen numerosos microorganismos que requieren humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. También, es definido como un proceso que consiste en una descomposición biológica controlada de materiales orgánicos. Varios factores

pueden afectar el proceso del compostaje, como el tipo de material a ser compostado, el tamaño de la partícula, la composición de los nutrientes, el contenido de humedad, el flujo de aire, la agitación, la temperatura, el pH, los inóculos y el tamaño de la pila. El volumen en la construcción de compostas lleva una relación 2:1-3:1/2 (Materia verde: Materia seca: Suelo) que tiene una relación carbono/nitrógeno 30:1.

Todos los materiales orgánicos son compostables, pero ciertos materiales por sus características físicas y químicas facilitarán o dificultarán el proceso normal de composteo. Dentro de las características físicas se debe considerar el desmenuzamiento del material, porosidad, temperatura, oxígeno y la humedad; y dentro de las características químicas, en el proceso de compostaje el orden de degradación que es: almidones → proteínas → azúcares → holocelulosas → lignina (Cabildo-Miranda *et al.*, 2008).

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

Este material constituye un inóculo microbiano eficaz para el suelo, siendo su función primordial la de equilibrar la vida microbiana existente en él. Además este compuesto acelera la germinación de semillas, acorta el período vegetativo de los cultivos, mejora y recupera las propiedades del suelo de cultivo, entre otras propiedades. El uso de lombricomposta incrementa la fase orgánica del suelo y mejora las características fisicoquímicas para conservación y fertilización del suelo, derivando esto en una mayor productividad y un menor costo de operación. Por las propiedades de la lombricomposta, se

presenta como mejorador de suelos pobres y desgastados (Suárez, 2002).

Por anterior se piensa que la composta y la vermicomposta utilizados como componente del sustrato, pueden aumentar la eficiencia de la nutrición en el cultivo de *crossandra*, por lo que el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el efecto de la composta y la vermicomposta, como componentes orgánicos de sustrato para el cultivo de *crossandra* (*Crossandra infundibuliformis*) en contenedor y en condiciones de invernadero.

## 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 los 9° 14' 55" latitud norte y los 18° 59' 00" longitud oeste.

Se utilizó un invernadero tipo túnel con cobertura de polietileno tratado con una superficie de 300 m<sup>2</sup>, 4.5 m de altura y con una temperatura promedio diaria máxima y mínima de entre 40-7 °C. El invernadero cuenta con cubierta de piso plástico.

Se colocaron plántulas de *crossandra*, en macetas de 6", previamente llenas con los sustratos que se presentan en el Cuadro 1 y estas se regaron cada tercer día.

La fertilización se efectuó con fertilizante comercial Peters® 20-20-20. Otros elementos que contiene este fertilizante de acuerdo al porcentaje son: Magnesio al 0.05%, Azufre al 0.066%, Boro al 0.0068%, Cobre al 0.0036, Fierro al 0.05, Manganeso al 0.025% y Zinc al 0.0025%.

Las variables consideradas fueron: altura de la planta, número de hojas, número

de inflorescencias, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo y peso seco de raíz.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un diseño completamente al azar de 16 tratamientos y 8 repeticiones, la parcela experimental constó de una maceta con una planta. La separación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados, se observaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables (Cuadros 2 y 3). En general los tratamientos que dieron mejores resultados fueron aquellos preparados por las diferentes combinaciones de composta y vermicomposta con tierra de monte, incluso el tratamiento de 100 % de vermicomposta mostró resultados estadísticamente iguales que el testigo (tierra de monte al 100 %). Ninguno de las combinaciones con fibra de coco, sin importar la proporción, dio buenos resultados. El peor tratamiento fue el preparado con 100 % de fibra de coco (T5).

### Crecimiento de vástago.

En los resultados correspondientes a la "altura de la planta", el mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta, 50 % tierra de monte), con una media de 13.06 cm, que superó al testigo (T9) y al peor tratamiento (T5) en 17.87 % y 56.78 % respectivamente. Las mezclas con vermicomposta fueron estadísticamente iguales a las mezclas con composta, excepto por los tratamientos con 100% y 75% de composta que se comportaron de manera estadísticamente igual al tratamiento de 100% fibra de coco. El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 8.33 que fue superado por el testigo en 33.01 % (Figura 1).

Cuadro 1.- Proporción de los componentes (% v/v) de cada tratamiento en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

Tratamiento	Clave	Composta	Vermicomposta	Fibra de coco	Tierra de monte
T1	C100	100			
T2	C75F25	75		25	
T3	C50F50	50		50	
T4	C25F75	25		75	
T5	F100			100	
T6	C75T25	75			25
T7	C50T50	50			50
T8	C25T75	25			75
T9*	T100				100
T10	V100		100		
T11	V75F25		75	25	
T12	V50F50		50	50	
T13	V25F75		25	75	
T14	V75T25		75		25
T15	V50T50		50		50
T16	V25T75		25		75

\*Testigo; C= composta; V= vermicomposta; F= fibra de coco; T= tierra de monte.

De manera similar en la variable “número de hojas”, el mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta, 50 % tierra de monte), con una media de 58.38 que superó al testigo (T9) y al peor tratamiento (T5) en 15.21 % y 161.44 % respectivamente. Los tratamientos con vermicomposta y composta fueron estadísticamente iguales entre sí, excepto por los tratamientos T1 y T2. El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 22.33 que fue superado por el testigo en 126.9 % (Figura 2).

El crecimiento del vástago de las plantas depende de la disponibilidad de nutrientes en las diferentes etapas, varios autores han reportado que la composta y la vermicomposta aportan cantidades de

nitrógeno y fósforo que pueden influir significativamente en el crecimiento, aunque el nitrógeno proveniente de las compostas puede estar en niveles insuficientes para algunas plantas, aun así la combinación con los otros elementos y con la aportación de gran cantidad de micronutrientes se establece un equilibrio que produce resultados favorables (Lara-Herrera y Quintero-Lizaola, 2006). En este trabajo los tratamientos que contenían composta y vermicomposta mostraron efectos estadísticos similares lo que indica que en realidad las plantas están respondiendo a un rango de aplicación más que a una dosis. Podría decirse que aquellos tratamientos preparados en cualquier dosis de composta, vermicomposta y tierra de monte así como las mezclas de composta y vermicomposta con un máximo de 50 % de fibra de coco,

producen resultados favorables en la altura de planta y en el número de hojas de *crossandra*.

### Floración.

En el número de inflorescencias el mejor resultado fue observado en los tratamientos T1 (100 % composta), T6 (75 % composta + 25 % Tierra de monte), T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte) y T8 (25 % composta + 75 % tierra de monte) que fueron estadísticamente iguales, aunque la tendencia en esta variable no se mostró con mucha claridad porque el resto de los tratamientos también fueron

estadísticamente iguales, excepto el tratamiento T5 (100 % fibra de coco) que fue el peor. El mejor tratamiento (T8) superó al peor (T5) y al testigo (T9) en 217.9 % y 42.0 % respectivamente (Figura 3).

Generalmente el número de flores es una variable que depende más del factor genético que del manejo del cultivo. Todos los tratamientos se mostraron significativamente iguales excepto por el preparado con 100 % de fibra de coco, en el que el desarrollo vegetativo fue muy raquítico lo que provocó muy baja o casi nula floración.

Cuadro 2. Comparación de las variables de crecimiento en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

Tratamiento	Altura de planta cm	Número de hojas	Número de flores	Volumen de raíz ml
T1	10.25 bc*	39.13 cde	1.88 a	3.13 ab
T2	9.21 c	34.43 de	1.14 ab	2.21 bc
T3	10.36 abc	51.14 abcd	1.43 ab	3.07 abc
T4	10.75 abc	41.63 abcd	1.50 ab	2.56 bc
T5	8.33 c	22.33 e	0.67 b	1.25 c
T6	10.69 abc	51.75 abc	1.88 a	3.63 ab
T7	13.06 a	58.38 a	2.00 a	4.75 a
T8	12.19 ab	54.50 ab	2.13 a	3.81 ab
T9	11.08 abc	50.67 abcd	1.50 ab	3.33 ab
T10	11.81 ab	56.71 ab	1.75 ab	4.06 ab
T11	11.07 abc	43.43 abcd	1.57 ab	3.00 abc
T12	10.69 abc	44.25 abcd	1.75 ab	3.69 ab
T13	11.79 ab	40.14 bcd	1.43 ab	3.00 abc
T14	12.43 ab	46.00 abcd	1.71 ab	3.21 ab
T15	12.79 ab	47.29 abcd	1.71 ab	3.07 abc
T16	12.75 ab	48.75 abcd	1.75 ab	3.25 ab
CV	14.19	21.69	39.49	33.10
LSD	2.78	17.36	1.11	1.85

T= tratamiento; \*En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 3. Comparación de las variables de producción de biomasa en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

Tratamiento	Peso fresco de vástago g	Peso seco de vástago g	Peso fresco de raíz g	Peso seco de raíz g
T1	6.56 cde	1.51 cde	2.96 bcd	0.53 ab
T2	4.86 e	1.24 de	2.54 cd	0.44 ab
T3	7.60 bcde	1.86 abcd	3.01 abc	0.57 ab
T4	7.53 bcde	1.73 bcd	2.99 abc	0.55 ab
T5	5.93 de	0.54 e	1.10 d	0.16 b
T6	8.74 abcde	2.18 abcd	3.65 abc	0.70 a
T7	11.91 a	2.80 a	4.84 a	0.81 a
T8	11.33 ab	2.59 ab	4.49 ab	0.68 a
T9	10.15 abc	2.22 abcd	3.78 abc	0.58 a
T10	8.64 abcde	2.25 abcd	4.01 abc	0.84 a
T11	6.19 cde	1.49 cde	3.01 abc	0.59 a
T12	7.21 bcde	1.74 bcd	3.39 abc	0.68 a
T13	5.89 de	1.31 de	2.67 bcd	0.50 ab
T14	8.26 abcde	2.04 abcd	3.46 abc	0.67 a
T15	8.73 abcde	2.09 abcd	3.59 abc	0.73 a
T16	9.63 abcd	2.40 abc	3.88 abc	0.80 a
CV	29.6	31.09	31.93	39.26
LSD	4.18	1.02	1.86	0.42

T= tratamiento; \*En las columnas, letras iguales son iguales estadísticamente (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

### Crecimiento de raíz.

En el volumen de raíz el mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte) con una media de 4.75 aunque fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos excepto al

T2 (75 % composta + 25 % fibra de coco), T4 (25 % composta + 75 % fibra de coco) y T5 (100 % fibra de coco). El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 1.25 que fue superado en 280.0 % y 166.4 % por el T7 (el mejor) y el T9 (testigo) respectivamente (Figura 4).



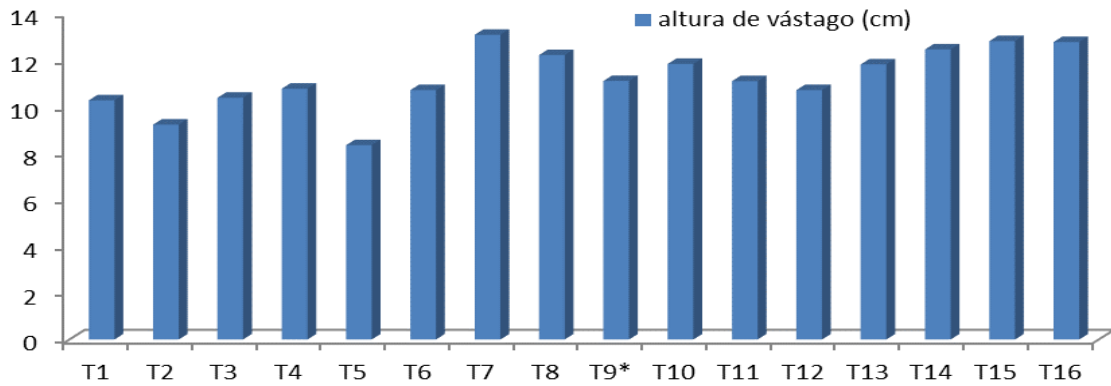


Figura 1. Altura de vástago en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

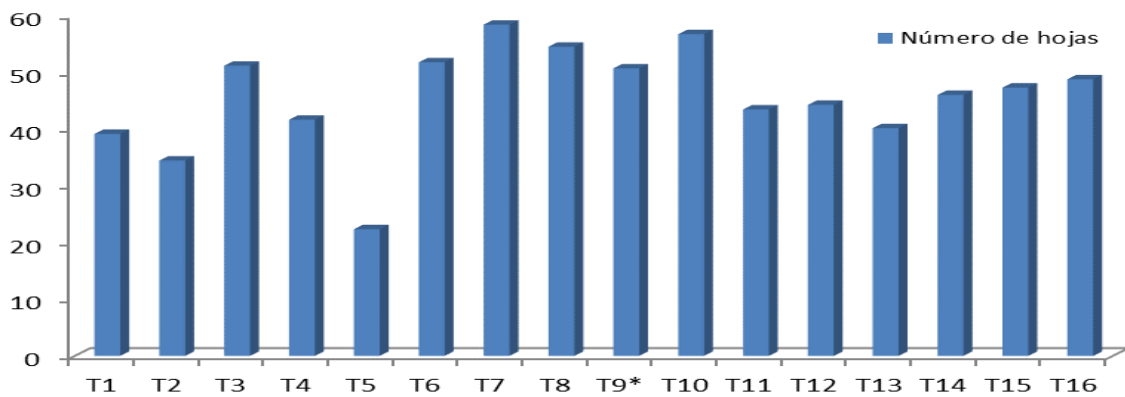


Figura 2. Número de hojas en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

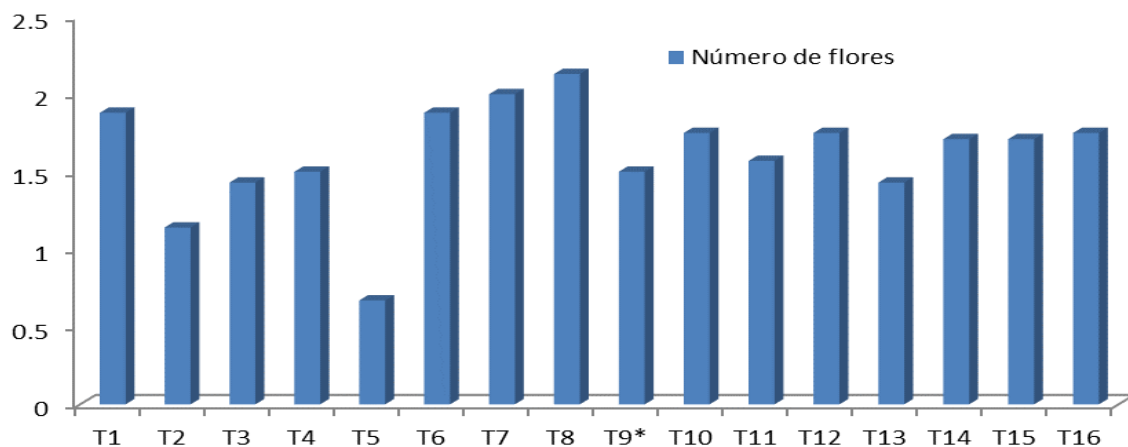


Figura 3. Número de inflorescencias en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

El volumen de la raíz depende en la mayoría de los casos de las condiciones físicas del sustrato. La mayoría de los tratamientos presentó características que permitieron el crecimiento favorable de la raíz excepto en los casos en que se utilizaron proporciones elevadas de fibra de coco (T4 y T5). La composta en altas proporciones no es muy recomendable porque reduce el espacio poroso del sustrato y combinada con la fibra de coco, que retiene grandes cantidades de humedad, pueden reducir considerablemente el intercambio de gases en la raíz, lo que limita su crecimiento.

### **Biomasa.**

En el peso fresco de vástago el mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta, 50 % tierra de monte), con una media de 11.91 g, que además fue estadísticamente igual a los tratamientos con diferentes proporciones de composta y tierra de monte. El peor resultado fue el tratamiento T2 (75 % composta + 25 % fibra de coco), con una media de 5.93 g que fue superado por el T7 y el testigo en 100.8 % y 71.16 % respectivamente (Figura 5).

En el peso seco del vástago el mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte), con una media de 2.80 g, que además fue estadísticamente igual a los tratamientos preparados con diferentes proporciones de composta y tierra de monte. El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 0.54 g que fue superado por el T7 y el testigo en 418.5 % y 311.1 % respectivamente (Figura 6).

En general las combinaciones de composta y vermicomposta con tierra de monte fueron superiores a las que contenían fibra de coco.

En el peso fresco de raíz no se observaron diferencias significativas pues todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, excepto por los tratamientos T1, T2 y T5. Los tratamientos de composta y vermicomposta fueron estadísticamente iguales. El mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte), con una media de 4.84 g que superó al testigo y al peor tratamiento en 28.0 % y 340 % respectivamente. El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 1.10 g (Figura 7).

En el peso seco de raíz todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales excepto el tratamiento T5. El mejor resultado fue el tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte), con una media de 0.81 g, mismo que superó al testigo y al peor tratamiento (T5) en 39.6 % y 406.2 % respectivamente. El peor resultado fue el tratamiento T5 (100 % fibra de coco), con una media de 0.16 g (Figura 8).

La acumulación de biomasa básicamente es el resultado de la disponibilidad constante de humedad y la aportación equilibrada de nutrientes, sobre todo los micro (Lara-Herrera y Quintero-Lizaola, 2006). En este trabajo los mejores resultados en el vástago se observaron en aquellos tratamientos que se prepararon con composta, vermicomposta y tierra de monte, lo que aportó los nutrientes necesarios y suficientes para el crecimiento y desarrollo, ya que estos tres materiales contienen aproximadamente 10% de humus, que mezclándolos en diferentes proporciones mantienen ese porcentaje, en cambio los peores resultados se observaron en aquellos tratamientos que se mezclaron con fibra de coco, material que no aporta nutrientes, lo que se reflejó en menor crecimiento y desarrollo de las plantas.

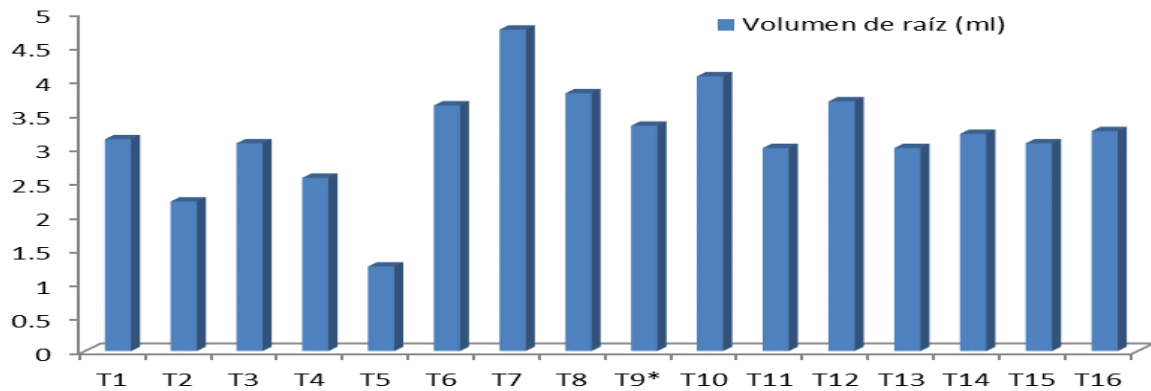


Figura 4. Volumen de raíz en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

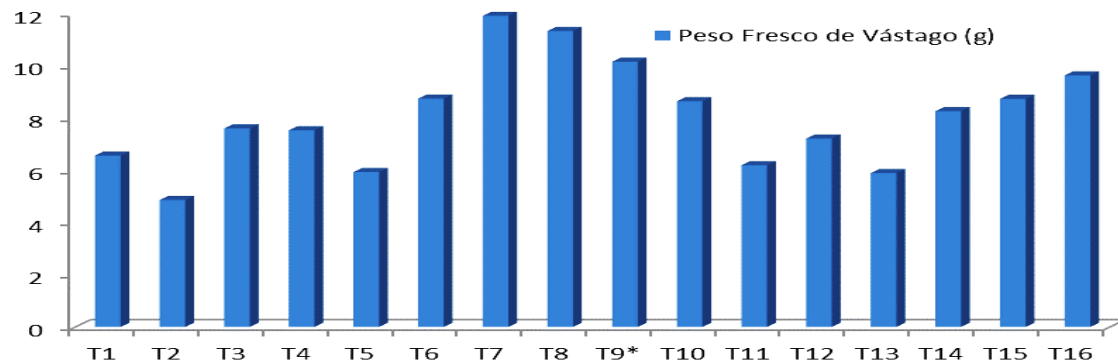


Figura 5. Peso fresco de vástago en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

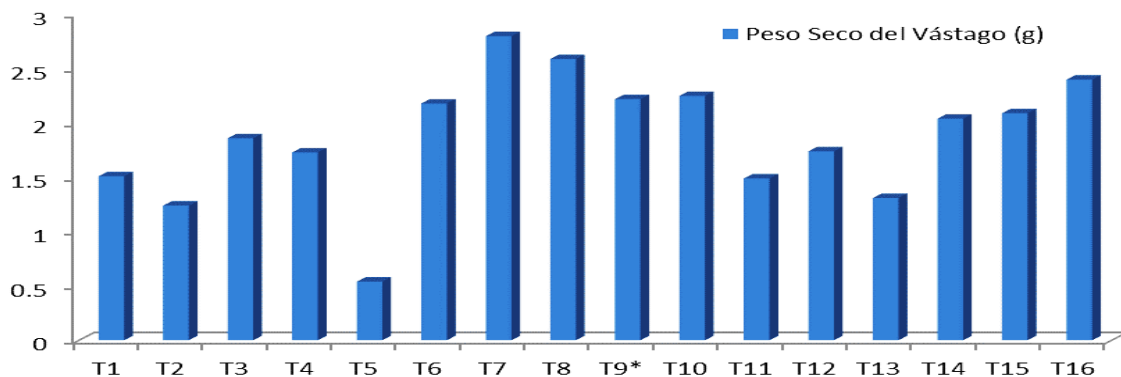


Figura 6. Peso seco de vástago en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

En el caso de la raíz la mayoría de los tratamientos fueron estadísticamente iguales debido principalmente a que, como ya se sabe, la raíz en contenedor crece solo lo necesario cuando tiene aportaciones suficientes de agua y nutrientes, por lo que no se esperaban diferencias importantes pues el trabajo se realizó en condiciones controladas.

En los tratamientos con proporciones altas de composta (T1 y T2) posiblemente se redujo el espacio poroso lo que limitó el crecimiento, y en el caso del tratamiento de 100 % de fibra de coco (T5) la ausencia total de nutrientes limitó el crecimiento y la

producción de materia seca, por lo que en esos tratamientos se observaron los peores resultados.

En general los mejores resultados se observaron en el tratamiento T7 en todas las variables con respecto al testigo y los peores resultados se dieron en el tratamiento T5 en todas las variables, con lo que se concluyó que las plantas de *crossandra* se ven afectadas positivamente con la mezcla del tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte) dando los mejores resultados en todas las variables (Figura 9), aunque también se observaron buenos resultados en otras mezclas.

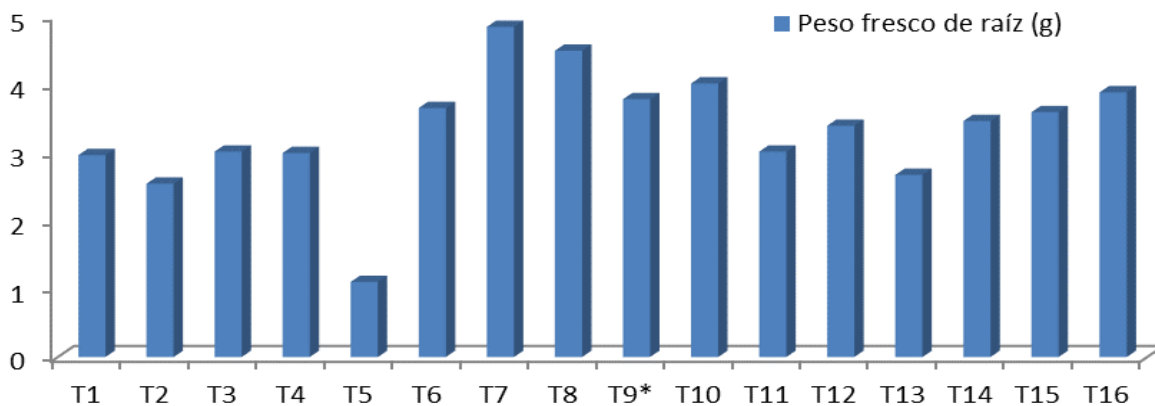


Figura 7. Peso fresco de raíz en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

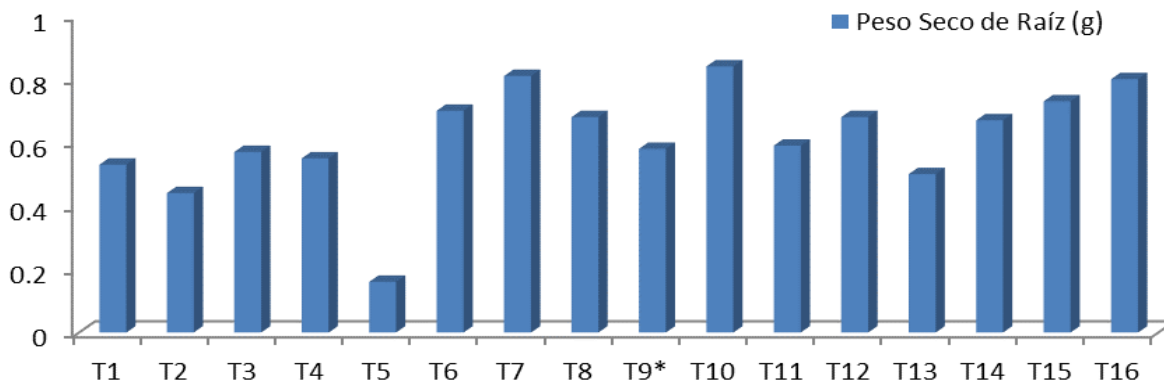


Figura 8. Peso seco de raíz en el experimento de evaluación de 16 sustratos orgánicos para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

## CONCLUSIONES

Se observaron diferencias significativas en todas las variables como efecto de las diferentes mezclas de sustrato evaluadas para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

La utilización de composta y vermicomposta como componente de sustrato favorece el crecimiento y desarrollo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor.

Los mejores resultados se observaron en el tratamiento T7 (50 % composta + 50 % tierra de monte) en todas las variables.

Los peores resultados se dieron en el tratamiento T5 (100 % fibra de coco) en todas las variables.

Las mejores proporciones para utilizar la composta como componente de sustratos son 25, 50 y 75 %, en cambio la vermicomposta se puede utilizar en cualquier proporción, para el cultivo de *Crossandra infundibuliformis* en contenedor

## LITERATURA CITADA

Acosta-Durán C. M., D. Acosta- Peñaloza, M. Cazárez-Prado, I.M. Martínez Villegas. 2003. Retención de humedad de materiales para la preparación de sustratos en la producción de plantas en contenedor. pp. 18-21. *In*: Acosta-Durán, C.M., V. López-Martínez (ed.) Investigación agropecuaria 2003. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Acosta-Durán, C.M., I. Alia-Tejagal, V.M. Escobar-Rivera, D. Acosta-Peñaloza, V. López-Martínez. 2005. Efecto del aserrín como componente del sustrato para la producción de petunia híbrida en condiciones de invernadero. *Actas Portuguesas de Horticultura* 5: 446-451.

Acosta-Durán, C. M. 2008. Los recursos naturales como materia prima para la preparación de sustratos. pp. 48-60. *En*: Oliver-Guadarrama, R., Taboada-Salgado, M., Granjeno-Colín, A.E. (Compiladores). 2008. Manejo Integrado de Recursos Bióticos. AGT Editor S.A. México. 216 pp.

Agroentorno, 2009. Artículo: La horticultura ornamental en Veracruz y México. *En* Revista Mensual Agroentorno. Número 111/año 12. Ed. Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) pp.12-15.

Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, J. D. Metzger, S. Lee, y C. Welch. 2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiología* 47: 731-735.

Cabildo-Miranda, M. P., Claramunt-Vallespi, R. M., Comago-Ramírez, Ma. P., Escolástico-León, C., Esteban-Santos, S., Farrán-Morales, M. A., García-Fernández, M. A., López-García, C., Pérez-Esteban, J., Pérez-Torralba, M., Santamaría-Gutiérrez, M. D. y Sanz del Castillo, D. 2008. Tratamiento de la materia orgánica. Compostaje. *En*: Reciclado y tratamiento de residuos. UNED. Ciencias Ambientales. Madrid. pp. 141-165.

García C., O., Alcántar G., G, Cabrera, R. I., Gavi R., F., Volke H., V. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en Maceta. *TERRA latinoamericana* 19 (3): 249-258.

Hernández, J. A., L. F. Guerrero, C.L.E. Mármol, B. Bárcenas, E. Salas. 2008. Caracterización física según granulometría de dos vermicompuestos derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de palma aceitera. *Interciencia* 33(9): 668-671.

Jaramillo, S. F. 2005. Estudio energético de la producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) con la aplicación de

- gallinaza como fuente de nitrógeno en Amilcingo, Morelos. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
- Lara-Herrera, A. y R. Quintero-Lizaola. 2006. Manual de producción de humus de lombriz. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas". Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México, México. Fundación Produce Zacatecas, A.C. 43 pp.
- Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos, Chew Madinaveitia, Y. I., A. Moreno-Reséndez, N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción en tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 12 (2): 183-188.
- Miller, F.P. y M.K. Wali. 1994. Land use sigues and sustinability of agricultura, Vol. 7ª. Pp. 17-33 en: 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. ISSS-MSSS, Acapulco, México.
- Moreno-Reséndez, A., L. Gómez-Fuentes, P. Cano-Ríos, V. Martínez-Cueto, J.L. Reyes-Carrillo, J.L. Puente-Manríquez, N. Rodríguez-Dimas. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost:arena en invernadero. *TERRA latinoamericana* 26 (2): 103-109.
- Mundo O., J. 2002. El papel del viverista y del vivero ornamental como instrumento de generación de ingresos para el desarrollo rural, caso de la comunidad de Tetela del Monte, municipio de Cuernavaca, Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 130 pp.
- Piccinini, S. and G. Bortone. 1991. The fertilizer value of agriculture manure: simple rapid methods of assessment. *J. Agric. Eng. Res.* 49: 197-208.
- Plaster, E. J. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Edit. Paraninfo. Madrid, España.
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Servicio de Información agroalimentaria y Pesquera (SIAP) [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). (Consultado en línea el 6/09/2012).
- Suárez, G. 2002. Compostaje y Lombricultura, una combinación perfecta para el campo. *Diario Frontera de Mérida, Venezuela; Cuerpo C*, p. 1C.
- Valenzuela, O. y C. Gallardo. 2002. Sustratos hortícolas: un insumo clave en los sistemas de producción de plantines. *Memorias del XXV Congreso Argentino de Horticultura y 1º Encuentro Virtual 2002*. Argentina.
- Velasco-Velasco, J., R. Ferrera-Cerrato, J.J. Almaráz-Suárez. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *TERRA Latinoamericana* 19(3): 241-248.
- Zapata, N., F. Guerrero, A. Polo. 2005. Evaluación de corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustratos de cultivo. *Agricultura Técnica (Chile)* 65(4): 378-387.