

# Efecto de la vermicomposta sobre el crecimiento de *Ardisia escallonioides* y producción de metabolitos secundarios

## Vermicompost effect on growth and production of secondary metabolites in *Ardisia escallonioides*

JESÚS R. MOLINA-MALDONADO<sup>1\*</sup>, MIGUEL SALVADOR-FIGUEROA<sup>2</sup>, JOAQUIN ADOLFO MONTES-MOLINA<sup>1</sup>, JOSÉ DAVID ÁLVAREZ-SOLÍS<sup>3</sup> & FEDERICO A. GUTIÉRREZ MICELI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gtz., Carretera Panamericana km 1080 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

<sup>2</sup>Centro de Biociencias. Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera a Puerto Madero km 2.0 Tapachula, 30700, Chiapas, México.

<sup>3</sup>Departamento de Agroecología, División de Sistemas de Producción Alternativos, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

\*jesusmaldonado075@hotmail.com

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la vermicomposta sobre el crecimiento y la producción de metabolitos secundarios en *Ardisia escallonioides*. La evaluación del crecimiento se realizó durante 6 meses en condiciones de campo cultivando las plantas con vermicomposta y suelo sin vermicomposta. Después de este tiempo se determinó la presencia de alcaloides, saponinas, flavonoides, esteroides, catequinas, triterpenos, fenoles totales y taninos, y se cuantificó el contenido de fenoles totales y de taninos en las hojas. Se encontró que la vermicomposta promovió que las plantas crecieran con mayor velocidad y que tuvieran más peso seco que las plantas sin vermicomposta, mientras que no hubo diferencias en la evaluación cualitativa de los diversos grupos de metabolitos secundarios, también se encontró que la concentración de fenoles totales y de taninos no fue afectada por la adición de la vermicomposta. El efecto de la vermicomposta sobre el peso de las plántulas posiblemente fue por el mayor contenido de fósforo encontrado en la vermicomposta.

**PALABRAS CLAVE:** Fitomedicina, cultivo orgánico, fenoles totales, taninos.

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of vermicompost on growth and production of secondary metabolites in *Ardisia escallonioides*. The evaluation of growth was conducted during six months under field conditions growing plants in soil with vermicompost and without vermicompost. After this time it was determined the presence of triterpenes, phenols, and quantified the content of total phenolics and tannins in the leaves. It was found that vermicompost promoted the faster plant grow and had more dry weight than plants without vermicompost, whereas was not found differences in the qualitative assessment of different groups of secondary metabolites also the concentration of total phenolics and tannin compounds was not affected by the addition of vermicompost. The effect on plantlet weight was possibly for the highest content of phosphorus found in the vermicompost.

**KEYWORDS:** Phytomedicine, organic farming, total phenols, tannins.

---

## INTRODUCCIÓN

Se estima que el género *Ardisia* (Primulaceae) comprende aproximadamente unas 500 especies identificadas taxonómicamente, y encontradas a través de regiones tropicales y subtropicales del mundo (Duke 1992). Varias

especies del género *Ardisia* han sido utilizadas como plantas de ornato, para alimento y fuente medicinal (Kobayashi & González de Mejía 2005).

Se ha reportado el uso de las hojas de *Ardisia chinensis*

Benth. en la medicina tradicional china, sin conocer qué compuestos contiene la planta (Li *et al.* 2006). Los extractos acuosos de las hojas de *A. compressa* Kunth inhibieron la carcinogénesis de hígado en células de ratas (González de Mejía *et al.* 2002) y tuvieron efecto supresor en células de cáncer de colon (González de Mejía *et al.* 2006). En *A. japonica* (Thunb.) Blume se ha encontrado bergenina, un glicósido triterpénico que tiene actividad moderada contra el virus VIH (Piacente *et al.* 1996) y contra el virus PTP1B (Li *et al.* 2005).

Un estudio químico preliminar en *A. escallonioides* Schltl. & Cham., nativa de Chiapas, demostró que existe la presencia de glucósidos triterpénicos en las hojas jóvenes de esta planta desarrollada en su hábitat natural (Molina-Maldonado *et al.* 2006). En Chiapas, México, se han identificado siete especies de *Ardisia* endémicas del estado, entre las que destacan *A. tacanensis* Lundell, *A. chiapensis* Brandege, *A. escallonioides*, *A. crenata* Sims, *A. compressa*, entre otras (Garden's Botanical NY 1997). Debido a la deforestación y la quema de bosques y matorrales que se presenta cada año, estos arbustos tienden a desaparecer (Pascarella 1996). Con fines de conservación se ha iniciado un programa para conservar las especies de *Ardisia* encontradas en Chiapas (Gutiérrez-Miceli *et al.* 2008). La aplicación de vermicomposta ha promovido efectos positivos sobre el crecimiento, la floración y fructificación en *Solanum melongena* L. (Gajalakshmi & Abbasi 2004), chile (Oliva-Llaven *et al.* 2008), maíz (Gutiérrez-Miceli *et al.* 2007) y jitomate (Oliva-Llaven *et al.* 2008). En algunos vegetales se ha reportado que la variabilidad cualitativa de los metabolitos secundarios depende de factores climáticos, fenológicos, genéticos y edáficos (Albornoz 1980).

Hasta donde revisamos, no se tienen reportes en donde se haya evaluado los efectos de la vermicomposta en plantas de *A. escallonioides*, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento y desarrollo de plantas de *A. escallonioides*, producción de biomasa y la presencia de metabolitos secundarios, utilizando sustratos de vermicomposta en comparación con suelo sin vermicomposta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

*Ardisia escallonioides*, planta monocotiledónea, con tallos prostrados y ascendentes, de hojas alternas, simples, con limbo lanceolado, flores blancas, pistilo saliente, fruto pequeño con una sola semilla (Garden's Botanical NY 1997).

### EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS *A. ESCALLONIOIDES*

#### LOCALIZACIÓN DE PLÁNTULAS

Cerca de 200 plántulas fueron colectadas del sitio denominado

Rancho El Naranjo, Municipio de Ocosingo, Chiapas, ubicado a una latitud de 16° 49' 15'' N y 92° 06' 16'' W y altitud de 1175 m s.n.m. (Molina-Maldonado *et al.* 2006).

#### CULTIVO DE PLÁNTULAS

Las plántulas fueron extraídas de su hábitat natural y se trasplantaron colocando de 2 a 3 plántulas en soportes (vasos de plástico con perforaciones de 4 a 5 al fondo de vaso, y con tierra natural) para su aclimatación, donde se mantuvieron a condiciones de 25-27°C, exposición 8 h de luz blanca y humedad relativa de laboratorio por un periodo de 3 a 5 días para evitar su decaimiento. Posteriormente se seleccionaron las plántulas más viables y fueron colocadas individualmente en bolsas negras (7 cm de diámetro y 15 cm de largo), donde se prepararon dos tratamientos, uno de vermicomposta pura y otro de suelo sin vermicomposta (suelo de hábitat natural de la planta), con 10 repeticiones cada una. Cada bolsa por tratamiento contenía una plántula y una cantidad proporcional a la medida de la bolsa por sustrato, y ambas unidades experimentales se distribuyeron de forma aleatoria y fueron colocadas en un área de campo evitando la exposición solar directa a las plántulas. Todos los tratamientos fueron regados con 10-20 cm<sup>3</sup> de agua por planta y por día, dependiendo de las condiciones del tiempo climático, suelo y madurez.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones. Para los análisis estadísticos se utilizó un software Statgraphics plus (2001).

Los datos de crecimiento inicial fueron considerados como día cero, ya que el experimento se inició de plántulas que fueron trasplantadas del sitio de colecta a bolsas de polietileno y mantenidas en campo para su evaluación; las mediciones de las variables de crecimiento se realizaron con una variabilidad de temperatura ambiental comprendida entre 19° y 27° C.

Durante el lapso de 70 y 180 días se midió el crecimiento y desarrollo de la plántula, en cada uno de los tratamientos. Las variables de crecimiento a medir fueron número y longitud de hojas, altura y diámetro del tallo; se midieron con un vernier día/día y en cada tratamiento.

#### CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS (VERMICOMPOSTA Y SUELO SIN VERMICOMPOSTA)

La caracterización de vermicomposta (CVc) y suelo sin vermicomposta (SVc) se realizó mediante las técnicas establecidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-021-RECNAT-2000), efectuada en el departamento de Agroecología del área de Sistemas de producción alternativo de ECOSUR, unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

En la determinación de pH fue utilizado el método electrométrico para muestras de suelo (relación 1:2 en agua) el procedimiento para la determinación de materia orgánica (MO) fue el de Walkley y Black. Las técnicas utilizadas para determinar las concentraciones de nitrógeno (N<sub>2</sub>), fósforo

(P) y potasio (K), fueron respectivamente, semi-microKjeldahl, Olsen, y Acetato de amonio 1N pH 7. Densidad aparente (DA) se obtuvo por el método de la probeta.

#### EVALUACIÓN CUALITATIVA DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Una vez logrado el desarrollo de las plantas, se tomó la cantidad disponible (aproximadamente 2,0-3,0 g), se desecaron en una estufa (Craft Instrumentos Científicos, mod. M40900015) a temperatura de 40°-50°C, una vez desecadas se procedió a triturar con mortero y pistilo de porcelana hasta la obtención de partículas de un tamiz de 0,02 mm<sup>2</sup>. Con el triturado de hojas se procedió a extraer en un soxhlet con alcohol metílico a reflujo durante 2 ó 3 h a temperatura controlada, hasta la obtención del extracto. Los extractos metanólicos se utilizaron para determinar alcaloides, saponinas, taninos, flavonoides, aplicando las técnicas de identificación (Domínguez 1985). Los compuestos polifenólicos como esteroides, leucoantocianidina (flavandiol 3-4) y catequinas fueron determinados por el método descrito (Domínguez 1985).

#### DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FENOLES TOTALES Y TANINOS

Los fenoles totales se extrajeron pesando de 0,2 a 0,6 g de pulverizado de hojas secas de plantas por cada tratamiento (CVc y SVc), fueron colocados en un matraz con 10 mL de acetona al 70%, y se mantuvo en agitación en un rotor (CIVEQ ARH-5) a 300W durante 20 min a temperatura ambiente. Posteriormente el contenido de la mezcla fue centrifugado por 10 min a temperatura de 4°C en Eppendorf Centrifuga 5810 R a 3000 g Para su posterior determinación fue almacenado en frío (Makkar *et al.* 2007).

Se preparó una curva de calibración, y para ello se tomó 0,0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, and 100 µl de solución estándar de ácido tánico en tubos de ensayo por separado y se adicionó cantidades de agua destilada para cada tubo respectivo y se llevó a 500 µl a esta solución, se adicionó 250 µl de reactivo Folin-Ciocalteu (1N) y 1,25 ml de solución de carbonato de sodio, obteniéndose así un volumen de 2,0 ml, se agito con vortex y se incubó por 40 min en condiciones de oscuridad total y posteriormente se leyó las absorbancias a 725 nm en espectrofotómetro (DR 5000) inicializando con blanco de reactivo (Makkar *et al.* 2007).

#### DETERMINACIÓN DE FENOLES TOTALES

Se tomó una alícuota de 10 µl del extracto obtenido y aforó con 2,5 ml de agua destilada, obteniendo así una dilución al 0,75% para cada muestra, se tomó 500 µl del extracto y se le adicionó 250 µl de Folin-Ciocalteu (1N), y 1,25 ml de Carbonato de sodio, se agito en vortex y dejó en incubación en condiciones oscuras durante 40 minutos y después se realizó lecturas a 725 nm.

#### EN LA DETERMINACIÓN DE TANINOS TOTALES

Se pesó 100 mg de polivinilpirrolidina (PVPP) de la marca Sigma, se adicionó 1,0 ml de agua destilada y 1,0 ml de muestra, se agitó en vortex y se incubó 15 min a 4°C. Posteriormente fue centrifugado (J-600) a 3.000 g durante 10 minutos. Se colectó el sobrenadante y se aplicó la técnica de Folin-Ciocalteu para su posterior lectura a 725 nm (Makkar *et al.* 2007). La cantidad de contenidos fenólicos del sobrenadante se expresó como g/g eq. de ácido tánico de la curva de calibración, y el contenido de compuestos taninos se obtuvo por diferencia.

## RESULTADOS

#### EVALUACIÓN DE VARIABLES DE CRECIMIENTO

Los datos obtenidos de la evaluación de las variables de crecimiento demostraron estadísticamente las siguientes características, para la variable longitud del tallo, durante lapsos de tiempo cero hasta los días 70 y 180 (Tabla I). La comparación de las medias de 5,7 cm (SVc) y de 6,5 cm (CVc), obtenida al día cero indicaron que no existió diferencia estadística significativa ( $P < 0,05$ ), esto implica que la longitud del tallo fue homogénea en los dos tratamientos al inicio de experimento. Posterior a esa fecha evaluada y finalmente al día 180, en ninguna fecha se presentó diferencia estadística significativa en la comparación de las medias de los dos tratamientos utilizados. Estos resultados indicaron que la vermicomposta no tuvo efecto sobre el crecimiento en la longitud del tallo en las plántulas durante el periodo evaluado. El diámetro de tallo observado en las plantas de ambos tratamientos creció con valor inicial de 0,61 mm y 0,65 mm para SVc y CVc respectivamente, hasta obtener diámetros de tallo de 2,24 mm y 3,13 mm para los 180 días de crecimiento (Tabla I). La comparación de medias indicó que hasta los 70 días las plantas cultivadas con los dos tratamientos no tuvieron diferencia estadística significativa al 95% de confianza, sin embargo a los 180 días las plantas cultivadas con vermicomposta presentaron un mayor desarrollo del diámetro comparadas con las que fueron cultivadas sin vermicomposta, encontrándose que la vermicomposta indujo a que las plantas crecieran con 0,89 mm más de diámetro en comparación con las plantas cultivadas sin vermicomposta. En las plantas con los tratamientos de SVc y CVc, los valores de longitud de hojas fueron de 4,2 cm y 4,4 cm respectivamente, a la fecha de 70 días después del trasplante no presentaron diferencia estadística significativa ( $P \leq 0,05$ ). Sin embargo, a los 180 días sí hubo diferencia, en donde las plantas cultivadas con vermicomposta presentaron mayor longitud de hojas (Tabla I). Con respecto al número de hojas desarrolladas por planta, los datos demostraron que a los 180 días, las plantas

cultivadas con vermicomposta tuvieron 3,3 más hojas que las plantas sin vermicomposta (Tabla I). Estos resultados están de acuerdo con Lazcano *et al.* (2009), quienes reportaron que la vermicomposta incrementó la biomasa aérea y radicular de las plantas. Probablemente estos efectos podrían ser porque la vermicomposta tiene mayor contenido de fósforo que el suelo sin vermicomposta y se ha demostrado que el fósforo estimula el desarrollo de raíces a tempranas etapas de crecimiento en el maíz, esta estimulación en el desarrollo radical podría no solamente favorecer una mayor absorción de fósforo proveniente del suelo, sino que también mejoraría la utilización de fósforo proveniente de la vermicomposta (Yao & Barber 1986). El pH de la vermicomposta (7,3) posiblemente facilitó la solubilidad de los elementos como Nitrógeno, Fósforo y Potasio encontrados en mayor proporción en la vermicomposta (Tabla II).

EVALUACIÓN DE BIOMASA

Las plantas cultivadas con vermicomposta tuvieron en promedio 15,5 g en peso total, 8,8 g de peso fresco de hojas y un peso seco de 1,7 g. Las plantas cultivadas sin

vermicomposta tuvieron 9,6 g de peso total de la planta, 5,9 g de peso fresco de las hojas y 0,9 g de peso seco de las hojas (Tabla III). El contenido de humedad también fue diferente, encontrándose mayor contenido en las plantas sin vermicomposta (83,1%) que en las plantas cultivadas con vermicomposta (80,7%), esto indica que la vermicomposta indujo a que las plantas tuvieran mayor contenido de sólidos solubles en los diferentes tejidos de la planta.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE METABOLITOS SECUNDARIOS

La evaluación cualitativa de los grupos de metabolitos secundarios evaluados en las plantas cultivadas con vermicomposta y sin vermicomposta demostró que no hubo diferencias en la producción de alcaloides, flavonoides, aceites esenciales, polifenoles y taninos (Tabla IV).

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE FENOLES TOTALES Y TANINOS

Se encontró que no hubo diferencia estadística significativa en los fenoles totales y de taninos en las plántulas cultivadas en ambos sustratos (Tabla V).

Tabla I. Evaluación de longitud, diámetro del tallo, longitud de hojas y número de hojas en plántulas de *A. escallonioides* cultivada sin vermicomposta (SVc) y con vermicomposta (CVc) a diferentes tiempos, N=10.

TABLE I. Stem length, stem diameter, leaf length and leaves number evaluation in *A. escallonioides* plantlets cultivated in soil with vermicompost (CVc) and soil without vermicompost (SVc) to different time, N=10.

TRATAMIENTO	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE					
	0	14	28	42	70	180
Longitud del tallo (cm)						
SVc	5,8±0,7a	7,1±0,6 a	7,5±0,64 a	7,7±0,6 a	7,9±0,6a	8,7 ± 1,3 a
CVc	6,9±0,8a	8,2±0,6a	8,4±0,69 a	8,6±0,7 a	9,2±0,7a	10,6±0,9 a
DMS(0,05)	0,341	0,220	0,385	0,315	0,229	0,050
Diámetro del tallo (mm)						
SVc	0,6±0,1a	1,1±0,2 a	1,1±0,1a	1,3±0,1a	1,8±0,1a	2,2±0,3b
CVc	0,7±0,2a	1,1±0,1a	1,2±0,2a	1,3±0,2a	1,8±0,4a	3,1±0,7a
DMS(0,05)	0,328	0,416	0,252	0,938	0,905	0,023
Longitud de hojas (cm)						
SVc	3,8±0,4a	4,1±0,4a	4,3± 0,4a	4,5±0,5a	4,8±0,5a	4,9 ± 1,3b
CVc	4,2±0,5a	4,7±0,5a	4,8± 0,5a	5,2±0,5a	5,8±0,6 a	7,6 ± 2,2a
DMS(0,05)	0,580	0,425	0,448	0,342	0,235	0,036
Número de hojas						
SVc	2,2±0,6 b	1,8±1,2a	2,1±1,3 a	2,1±1,4 a	5,0±0,8 b	5,0±0,8 b
CVc	2,8±0,6 a	2,6±0,5a	2,1±0,9 a	2,2±1,0 a	2,7±1,6 a	8,3±1,5 a
DMS(0,05)	0,048	0,073	1,00	0,860	1,00	0,002

Las medias en la misma columna seguidas por letras diferentes son diferentes significativamente (p<0,05)./ Means within the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

TABLA II. Caracterización de suelo con vermicomposta (CVc) y suelo sin vermicomposta (SVc).

TABLE II. Characterization of soil with vermicompost (CVc) and soil without vermicompost (SVc).

SUSTRATO	P mg kg <sup>-1</sup>	M.O %	pH H <sub>2</sub> O	N TOTAL %	D.A g ml <sup>-1</sup>	C.I.C Cmol kg <sup>-1</sup>
SVc	6,9	10,55	6,99	0,54	1,05	69,9
CVc	504,1	27,69	7,29	1,35	0,71	80,7

Fuente: Laboratorio de Análisis Suelos y Plantas, Colegio de la Frontera Sur – Unidad San Cristóbal, Chiapas.

TABLA III. Biomasa de plántulas de *A. escallonioides* cultivadas en suelos con vermicomposta (CVc) y sin vermicomposta (SVc) durante 6 meses, N = 10.

TABLE III. Biomass of plantlets of *A. escallonioides* cultivated in two treatment vermicompost (CVc) and soil without vermicompost (SVc) after six months, N = 10.

TRATAMIENTO	PESO FRESCO g plant <sup>-1</sup>	PESO FRESCO g leaf <sup>-1</sup>	PESO SECO g plant <sup>-1</sup>
CVc	2,2 <sup>a</sup> ± 3,4 a	1,3 <sup>a</sup> ± 2,1 a	0,2 <sup>a</sup> ± 0,4 a
SVc	1,4 <sup>a</sup> ± 0,66 b	0,8 <sup>a</sup> ± 0,46 b	0,1 <sup>a</sup> ± 0,10 b
DMS(0,05)	0,530	0,614	0,486

(<sup>a</sup>) Valores de desviación típica, letras iguales en una misma columna indican que no hubo diferencia estadística significativa con P<0,05. / Standard deviation, mean within the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

TABLA IV. Determinación cualitativa de metabolitos secundarios en *A. escallonioides*.

TABLE IV. Qualitative determination of secondary metabolites in *A. escallonioides*.

METABOLITOS SECUNDARIOS (MS)	TRATAMIENTOS	
	SVc	CVc
• Alcaloides	+	+
• Saponinas	+	+
• Flavonoides	+	+
• Esteroides	+	+
• Leucoantocianidinas (Flavandiol 3-4)	-	-
• Catequinas	+	+
• Triterpenos	+	+

(+) indica presencia y (-) ausencia del metabolito / (+) indicates presence and (-) absence of the metabolite.

TABLA V. Análisis de fenoles y taninos en hojas de *A. escallonioides*.

TABLE V. Phenols and tannins determination in *A. escallonioides* leaves.

TRATAMIENTO	FENOLES TOTALES g /100g de hojas secas	TANINOS TOTALES g /100g de hojas secas
SVc	2,02 a ± 0,31	1,34 a ± 0,19
CVc	1,45 a ± 0,19	1,15 a ± 0,14
DMS (0,05)	1,21	0,75

Las medias en la misma columna seguidas por letras diferentes son diferentes significativamente (p<0,05). / Mean within the same column followed by different letters are significantly different p<0.05).

## DISCUSIÓN

Los tratamientos de vermicomposta y suelo sin vermicomposta no tuvieron efecto significativo sobre el crecimiento de la longitud del tallo. Sin embargo en las variables diámetro del tallo, longitud de hojas y número de hojas en las plantas, la vermicomposta tuvo efecto significativo positivo sobre el crecimiento; similares resultados han sido observados con la adición de vermicomposta en la producción de tomate (Gutiérrez-Miceli *et al.* 2007), el sustrato de vermicomposta también mostro un mayor porcentaje de biomasa. Arancon *et al.* (2005) han reportado efectos positivos de la vermicomposta en la producción de biomasa en plantas de chile, atribuyendo esto a la actividad microbiana y la adición de macronutriente como el fósforo. Las posibles variables asociadas al hecho de que la Vc pueda ser en parte responsable del incremento en el crecimiento de los cultivos, incluyen la fertilidad, el ajuste del pH, las propiedades físicas del sustrato, la actividad microbiana y/o los componentes de la materia orgánica (McGinnis *et al.* 2004). Atiyeh *et al.* (2002) señalan que la mayor respuesta de crecimiento y de rendimiento de las plantas se ha presentado cuando la vermicomposta constituye una proporción relativa al volumen total del medio de crecimiento de la planta.

Cualitativamente, los MS encontrados en los extractos de las plantas de los dos tratamientos de cultivo utilizados no mostraron diferencia alguna en la producción de algún tipo específico de metabolito. Además, la influencia de vermicomposta durante esta investigación tampoco produjo efecto significativo sobre las concentraciones de fenoles totales y taninos en las plantas de *A. escallonioides*. Sin embargo, Donghong Wang *et al.* (2010); han demostrado que la aplicación de vermicomposta en el cultivo de la col china incrementa significativamente los contenidos de fenoles, flavonoides y vitamina C. Por lo tanto, se cree que la variación en la concentración de la síntesis de estos antioxidantes quizá dependa de las condiciones (Sousa *et al.* 2005).

Durante el análisis de los sustratos, y en particular el contenido de fósforo (P), en vermicomposta fue mayor la concentración en comparación al suelo sin vermicomposta; se ha reportado mayor concentración en otros tipos de abonos orgánicos (Wu & Martínez 2000, Donghong Wang *et al.* 2010). El elemento esencial fósforo influye en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, y es el más limitante para el crecimiento de las plantas (Schachtman *et al.* 1998). Los contenidos totales de elementos N, P, K de la vermicomposta encontrados durante este estudio (Tabla II), se consideran relativamente mayores en comparación al suelo sin vermicomposta; lo que indujo a una obtención de plantas más desarrolladas, por el efecto que éstos producen en los cultivos (Durán & Henríquez 2007). El pH 7,0 de vermicomposta está documentado como un valor esperable

en abonos orgánicos estabilizados y maduros (Durán & Henríquez 2010), sin embargo depende del material crudo original utilizado (Alves *et al.* 2001). Mientras que el pH de nuestra vermicomposta fue de 7,29.

## CONCLUSIONES

La vermicomposta no influyó sobre la longitud del tallo, sin embargo si influyó sobre el diámetro del tallo, longitud de hojas y número de hojas en las plantas y sobre el porcentaje de biomasa. La vermicomposta no indujo cambios en la producción cualitativa de metabolitos secundarios y tampoco influyó sobre las concentraciones de fenoles totales y taninos. Posiblemente el efecto sobre el crecimiento se debió al fósforo total encontrado en la vermicomposta.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Laboratorio de Biotecnología Vegetal y al Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad San Cristóbal, por facilitar la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

- ALBORNOZ, A. 1980. Productos naturales, sustancias y drogas extraídas de las plantas. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 84 pp.
- ALVES, M.R., M.D. LANDGRAF & M.O.O. RESENDE. 2001. Absorption and desorption of herbicide alaclor on humic acid fractions obtained from two vermicompost. *Journal of Environmental Science and Health* 36: 797-808.
- ARANCON, N.Q., C.A. EDWARDS, P. BIERMAN, J. D. METZGER & C. LUCHT. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia* 49: 297-306.
- ATIYEH, R.M., S. LEE, C.A. EDWARDS, N.Q. ARANCON & J.D. METZGER. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*. 84: 7-14.
- DOMÍNGUEZ, J. 1985. Métodos de Investigación Fitoquímica. Edit. Limusa. Mexico, D.F. 281 pp.
- DONGHONG WANG, QINGHUA SHI, XIUFENG WANG, MIN WEI, JINYU HU, JUN LIU & FENGJUAN YANG. 2010. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). *Biology and Fertility of Soils* 46: 689-696.
- DUKE, J. 1992. Phytochemical and ethnobotanical databases. Green Pharmacy Garden 8210 Murphy Road. Fulton, MD 20759 USA.
- DURÁN, L. & C. HENRÍQUEZ. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*

- 31(1):41-51.
- DURAN, L. & C. HENRÍQUEZ. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y planta. *Agronomía Mesoamericana* 21(1): 85-93.
- GAJALAKSHMI, S. & S.A. ABBASI. 2004. Neem leaves as a source of fertilizer-cum-pesticide vermicompost. *Bioresource Technology* 92 (3): 291-296.
- GARDEN'S BOTANICAL NEW YORK. 1997. Catálogo de plantas vasculares. [www.nybg.org/bsci/hcol/vasc/Myrsinaceae.html](http://www.nybg.org/bsci/hcol/vasc/Myrsinaceae.html).
- GONZÁLEZ DE MEJIA, E., S. CHANDRA, M. RAMÍREZ MARES & W. WANG. 2006. Catalytic inhibition of human DNA topoisomerase by phenolic compounds in *Ardisia compressa* extracts and their effect on human colon cancer cells. *Food Chemistry Toxicology* 44(8):1191-203.
- GONZÁLEZ DE MEJÍA, E. & M.V. RAMÍREZ-MARES. 2002. Leaf extract from *Ardisia compressa* protects against 1-nitropirene-induced cytotoxicity and its antioxidant defense disruption in cultured rat hepatocytes. *Toxicología* 179: 151-162.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F.A., J.S. SANTIAGO-BORRAZ, J.A.M. MOLINA, C.C. NAFATE, M. ABUD-ARCHILA, M.A.O. LLAVEN, R. RINCÓN-ROSALES & L. DENDOOVEN. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology* 98: 2781-2786.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F.A., A. CRUZ-HIDALGO, R. RINCÓN-ROSALES, T. AYORA-TALAVERA & L. DENDOOVEN. 2008. Polyurethane foam as support for seed germination of *Ardisia standleyana* endemic to Chiapas (México). *Seed Science & Technology* 36: 588-594.
- KOBAYASHI, H. & E. GONZÁLEZ DE MEJIA. 2005. The genus *Ardisia*: a novel source of health-promoting compounds and phytopharmaceuticals. *Journal Ethnopharmacology* 96 (3): 347-54.
- LAZCANO, C., J. ARNOLD, A. TATO, J.G. ZALLER & J. DOMÍNGUEZ. 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: effects on tomato plant growth and morphology. *Spanish Journal Agriculture Research* 7(4): 944-951.
- LI, Y.F., L.H. HU, F.C. LOU, J. LI & Q. SHEN. 2005. PTP1B inhibitors from *Ardisia japonica*. *Journal Asian Natural Products Research* 7 (1):13-8.
- LI, Y.L., M.X. SU, Y.Z. CEN & Y.C. ZHONG. 2006. Study on the chemical constituents of *Ardisia chinensis*. *Journal of Chinese Medicinal Materials* 29(4): 331-3.
- MAKKAR, H.P.S., P. SIDDHURAJU & K. BECKER. 2007. Methods in Molecular Biology, vol. 393. *Plant Secondary Metabolites*. Humana Press Inc., Totowa, NJ. pp. 74-76.
- MCGINNIS, M., S. WARREN & T. BILDERBACK. 2004. Vermicompost – Potential as Pine Bark Amendment for the Nursery. In: *Nursery Short Course*. North Carolina State University. 8-10 pp.
- MOLINA-MALDONADO, J.R., O.E. ALBORES CRUZ, F.A. GUTIÉRREZ MICELI, T. AYORA TALAVERA & J.A. MONTES MOLINA. 2006. Caracterización fitoquímica de *Ardisia compressa*, *Ardisia standleyana* y *Ardisia escalloniae*, nativas de Chiapas, México. *Ciencia y Tecnología en la Frontera*. Año III. 5: 24-30.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación, Martes 31 de diciembre de 2002.
- OLIVA LLAVEN, M.A., J.L. GUZMÁN JIMÉNEZ, B.I. CABRERA CORO, R. RINCÓN-ROSALES, J. MONTES MOLINA, L. DENDOOVEN & F.A. GUTIÉRREZ-MICELI. 2008. Fruit Characteristics of Bell Pepper Cultivated in Sheep Manure Vermicompost Substituted Soil. *Journal of Plant Nutrition* 31(9): 1585-1598.
- PASCARELLA, J.B. 1996. The mating system of the tropical understory shrub *Ardisia* sp. (Myrsinaceae) in south Florida. Department of Biology, Valdosta State University, Valdosta, USA. 205 pp.
- PIACENTE, S., C. PIZZA, D. TOMMASI & N. MAHMOOD. 1996. Constituents of *Ardisia japonica* and Their in Vitro Anti-HIV Activity. *Journal of Natural Products* 59: 565-569.
- SCHACHTMAN, D.P., R.J. REID & S.M. AYLING. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiology* 116: 447-453.
- SOFTWARE STATGRAPHICS plus. V5. 2001.
- SOUSA, C., P. VALENTÃO, J. RANGEL, G. LOPES, J.A. PEREIRA, F. FERRERES, R.M. SEABRA & P.B. ANDRADE. 2005. Influence of two fertilization regimens on the amounts of organic acids and phenolic compounds of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata* DC.). *Journal Agriculture Food Chemistry* 53: 9128-9132.
- WU, L. & C. MARTÍNEZ. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. *Journal of Environmental Quality* 29: 424-429.
- YAO, J. & S. BARBER. 1986. Effect of one phosphorus rate placed in different soil volumes on P uptake and growth of wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 17: 819-827.

Recibido: 16.10.10  
Aceptado: 25.12.10