

Sustratos orgánicos como alternativa para la producción de albahaca (*Ocimum Selloi* Benth)*

Organic substrates as an alternatively for the production of pepper basil (*Ocimum Selloi* Benth)

Lilián Campos Mota¹ y Diego Flores Sánchez²

¹Colegio de Postgraduados-Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Congregación Manuel León, Municipio Amatlán de los Reyes, Veracruz, C. P. 94946 Tel. 7166000. lilian@colpos.mx ² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, dfs@colpos.mx.

Resumen

La especie de albahaca *Ocimum Selloi* Benth ha sido empleada en México por sus propiedades medicinales y como condimento. Por otra parte, el uso de vermicomposta es una alternativa en la producción orgánica de las plantas medicinales; por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la vermicomposta en el crecimiento de albahaca. Como tratamientos se emplearon 4 sustratos: 1) vermicomposta de café (con base a pulpa proveniente del beneficio húmedo) más cascarilla de café 4:1, 2) Vermicomposta de café más tierra 1:1, 3) 100% vermicomposta de café, y 4) tierra. En cada tratamiento se emplearon 5 plantas como unidad experimental. Los contenedores fueron de 2l de capacidad. Se evaluaron las variables altura de la planta, número de hojas, contenido de clorofila, número de inflorescencias, número de brotes, peso seco de hojas, densidad de área foliar, estado nutricional de la hoja y extracción de N, P y K. Los resultados demostraron que la mayor retención de humedad (23%) de la tierra favoreció una mayor altura en la primera semana después del trasplante; sin embargo, al final de la floración el tratamiento de vermicomposta con tierra 1:1 incrementó significativamente el área foliar (36 cm²), número de hojas (24 por planta), peso seco de hoja (97 mg) y extracción de nitrógeno (2 mg por hoja)

Abstract

Pepper basil (*Ocimum selloi* Benth) has been used in Mexico for its medicinal properties and also as a condiment. Moreover, the use of vermicompost is an alternative in organic production of medicinal plants, therefore, this study aimed to evaluate the effect of vermicompost on the production of pepper basil. As treatments 4 substrates were used: 1) coffee vermicompost (based on pulp from the wet benefit) plus coffee husk 4:1; 2) coffee vermicompost plus dirt 1:1; 3) pure coffee vermicompost; and 4) dirt. In each treatment 5 plants were used as experimental units. The containers could handle 2l. The variables evaluated were: plant height, number of leaves, chlorophyll content, number of inflorescences, and number of buds, leaf dry weight, leaf area density, leaf nutrient status and extraction of N, P and K. The results showed that the best moisture retention (23%) on the dirt favored a higher height in the first week after transplantation; however, at the end of flowering, the treatment vermicompost with dirt 1:1 significantly increased the leaf area (36 cm²), the number of leaves (24 per plant), leaf dry weight (97 mg) and extraction of nitrogen (2 mg per leaf) compared with the substrate dirt, but similar to the substrate vermicompost coffee husk 4:1. Although, there were no significant differences between the treatments with vermicompost.

* Recibido: diciembre de 2012
Aceptado: abril de 2013

comparada con el sustrato tierra, pero similar al sustrato vermicomposta cascarilla de café 4:1. Aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con vermicomposta.

Palabras clave: crecimiento, contenido nutrimental, Labiatae, vermicomposta.

La albahaca (*Ocimum* sp.) es una planta aromática originaria de Asia Meridional y ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales (Sam *et al.*, 2002; Makri y Kintzios, 2008), es cultivada en muchas partes del mundo para producir aceites esenciales, además se utiliza con fines culinarios y medicinales. También en la agricultura se puede usar como insecticida biológico (Makri y Kintzios, 2008). El aceite contenido en la hoja es el que le da el aroma característico y también un atractivo sabor a platillos, salsas y ensaladas. En México la especie *O. Selloi* es empleada para aliviar padecimientos digestivos, como dolor de estómago, gases intestinales, diarrea, disentería y parásitos intestinales.

Se usa para tratar la gripa y como antitusígeno (para aliviar la tos seca), en baños postparto, para la presión arterial o el aire del corazón, así como sarampión, la calentura con escalofrío, en la tristeza (depresión), como antiespasmódico, o bien, para "el aire". La mayoría de los remedios refieren en su preparación la hoja en té, infusión o en cocimiento, administrada oral o localmente (ya sea en frotación o baños). Este género se ha evaluado como anti ulceroso, antibacterial e antiinflamatorio (Orafidiya *et al.*, 2001; Dharmani *et al.*, 2004; Adigüzel *et al.*, 2005; Masresha *et al.*, 2012). Particularmente *O. Selloi* Benth es de bajo riesgo toxicológico en la medicina tradicional en cuanto a su efecto carcinógeno (Josiane *et al.*, 2007).

En México, la albahaca es escasamente cultivada con fines comerciales; está presente en los traspatios de un gran número de familias rurales (Ruiz-Espinoza *et al.*, 2009). En la región central de Veracruz se ha venido cultivando de manera artesanal para satisfacer su demanda en los mercados locales (Mendoza-García, 2011). No obstante, se desconocen aspectos primarios de su protocolo de propagación y cultivo como agroproducto no tradicional. En los últimos años se ha incrementado la demanda de esta especie cultivada mediante procesos orgánicos

Key words: growth, nutrient content, Labiatae, vermicompost.

Pepper basil (*Ocimum* sp.) is an aromatic plant native to South Asia and widely distributed in tropical and subtropical regions (Sam *et al.*, 2002; Makri and Kintzios, 2008), cultivated in many parts of the world to produce essential oils, also used for culinary and medicinal purposes as well. In agriculture it can also be used as a biological insecticide (Makri and Kintzios, 2008). The oil in the leaf is what gives it the characteristic aroma and flavor appeal for dishes, sauces and salads. In Mexico the species *O. selloi* is used to relieve digestive discomforts, such as stomach ache, flatulence, diarrhea, dysentery and intestinal parasites.

It is used to treat the flu and also as an antitussive (to relieve dry cough), in postpartum baths, blood pressure or heart-air as well as in measles, fever with chills, in sadness (depression), as an antispasmodic, or, for "the air". Most remedies talk about preparing a tea from the leaves, an infusion or decoction, or locally administered orally (in either rubbing or baths). This genus has been evaluated as an anti-ulcer, antibacterial and as an anti-inflammatory (Orafidiya *et al.* 2001; Dharmani *et al.* 2004; Adigüzel *et al.*, 2005; Masresha *et al.*, 2012). Particularly, *O. selloi* Benth toxicological risk is low in traditional medicine in their carcinogenic effect (Josiane *et al.*, 2007).

In Mexico, pepper basil is rarely grown commercially; it is present in the backyard of a large number of rural families (Ruiz-Espinoza *et al.*, 2009). In the central region of Veracruz, it has been cultivated on a small scale in order to meet the demand in the local markets (Mendoza-García, 2011). Even so, primary aspects of the propagation and cultivation protocols are unknown as a nontraditional agro-product. In recent years, the demand for this species has increased, cultivated through organic processes (Ruiz-Espinoza *et al.*, 2009). Moreover, the fertilizer product is vermicompost transformation of organic waste by earthworms. It has a fine structure and contains nutrients in forms that are readily available for the plants (Atiyeh *et al.*, 2000).

Several studies have shown that, the use of organic fertilizers, such as vermicompost, in the production of pepper basil promote positive effects on growth and

(Ruiz-Espinoza *et al.*, 2009). Por otra parte, la vermicomposta es un abono producto de la transformación de residuos orgánicos realizada por lombrices. Tiene una estructura fina y contiene nutrientes en formas que son inmediatamente disponibles a las plantas (Atiyeh *et al.*, 2000).

Diversos estudios han demostrado que el uso de abonos orgánicos, como la vermicomposta, en la producción de albahaca ha promovido efectos positivos en su crecimiento y desarrollo, incremento en rendimiento y contenido de aceite (Anwar *et al.*, 2005; Cabanillas *et al.*, 2006; Fenech-Larios *et al.*, 2008; Marban *et al.*, 2008); sin embargo, a nivel nacional es escasa la información sobre el crecimiento de la albahaca bajo manejo orgánico (Fenech-Larios *et al.*, 2008). Ante la demanda creciente de este cultivo en la industria cosmética y la disponibilidad de residuos orgánicos de la industria cafetalera del estado de Veracruz para la producción de vermicomposta, se definió la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la vermicomposta en el crecimiento de albahaca. En respuesta se planteó que las propiedades de la vermicomposta favorecen el crecimiento de esta planta.

Se estableció un protocolo experimental con plántulas de albahaca de *Ocimum Selloi* Benth, provenientes del jardín botánico del *Campus* Córdoba, en un sombreadero del Colegio de Postgraduados, en el año 2012. Este comprendió cuatro tratamientos: a) vermicomposta de café (con base a pulpa proveniente del beneficio húmedo) con cascarilla de café 4:1; b) vermicomposta de café con tierra 1:1; c) 100% vermicomposta de café; y d) tierra. En el Cuadro 1 se presentan las características químicas de los sustratos utilizados. Las unidades experimentales comprendieron contenedores de 2 litros de sustrato. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones (fue considerada una planta por unidad experimental) (Figura 1).

development, yield and oil content (Anwar *et al.*, 2005; Cabanillas *et al.* 2006; Fenech-Larios *et al.*, 2008; Marban *et al.*, 2008), but nationally there is little information on the growth of pepper basil under organic management (Fenech-Larios *et al.*, 2008). Given the growing demand for this crop in the cosmetics industry and the availability of organic residues of the coffee industry in the State of Veracruz for the production of vermicompost, this research was defined in order to evaluate the effect of vermicompost on the growth of pepper basil. Suggesting that, the properties of the vermicompost favor the growth of this plant.

An experimental protocol was established with *Ocimum selloi* Benth seedlings, from the Cordoba Campus botanical garden in the Graduate College, 2012. This included four treatments: a) Coffee vermicompost (based on pulp from the wet benefit) with coffee husk 4:1; b) coffee vermicompost plus dirt 1:1; c) 100% coffee vermicompost; and d) dirt. The Table 1 shows the chemical characteristics of the substrates used. The experimental units comprised 2 liter containers of substrate. The experimental design was completely randomized with five replications (considering a plant per experimental unit) (Figure 1).

We determined the physical and chemical characteristics of the substrates (Table 1 and 2). The measurements were performed at the beginning of the transplant (DAT), 8 and 21 DAT. The variables evaluated were: a) plant height; b) chlorophyll content. This was done using a chlorophyll meter Apogee Instruments® inc. Model CCM-200 plus. Measurements were done 13 and 43 DAT (before and after flowering); c) the number of clusters was obtained 21DAT; d) dry weight of leaves per treatment. The sampling was performed during blooming in the leaves at the middle of the plant; three leaves per plant were dried at 70 °C for 24 h for obtaining individual weight; e) leaf area of the same leaves. In the selected leaves for estimate dry weight, the leaf area was determined using an integrator of leaf area (LI-COR-MODLI-3100®).

Cuadro 1. Composición química de los componentes de los sustratos.

Table 1. Chemical composition of the substrate components.

Sustrato	pH	CE (dS/m)	M.O (%)	N	P	K ppm	Mg
Vermicomposta de café	6.94	2.27	2.3	1.04	8874	1294	4764
Tierra	8.28	0.87	0.95	0.01	1	44	99

Elaboración propia.

Se determinaron las características físicas y químicas de los sustratos (Cuadro 1 y 2). Las mediciones se realizaron al inicio del trasplante (ddt) , 8 y 21 ddt. Las variables evaluadas fueron: a) altura de planta; b) Contenido de clorofila. Éste se realizó mediante un medidor de clorofila marca Apogee instruments® inc. Modelo CCM-200 plus. Las mediciones se realizaron 13 y 43 ddt (antes y después de la floración); c) el número de inflorescencias se obtuvo a los 21 ddt; d) peso seco de hojas por tratamiento. Se realizó el muestreo en floración de las hojas de la parte media de la planta; tres hojas por planta se secaron a 70 °C durante 24 h y se obtuvo su peso individual; e) área foliar de las mismas hojas. En las hojas seleccionadas para estimar peso seco se determinó el área foliar mediante un integrador de área foliar (LI-COR-MODLI-3100®).

El peso individual de cada hoja se dividió sobre el área foliar, a esta determinación se le denominó densidad de área foliar; y f) Contenido nutrimental de N-P-K en las hojas. En cada tratamiento se hizo una mezcla compuesta de hojas y se estimó el contenido de N (procedimiento semi-micro-Kjeldahl), P y K (espectrometría de masa con plasma acoplado inductivamente). Con base en el contenido de NPK se estimó la extracción de cada nutriente por hoja.

Cuadro 2. Características físicas de los sustratos.
Table 2. Physical characteristics of the substrates.

Sustrato	Densidad aparente	Densidad real	Porosidad	Capacidad de contenedor	Retención de agua
	g/ ml		(%)	ml/litro	(%)
Vermicomposta: cascarilla café 4:1	1.05	1.60	61	117	13
Vermicomposta de café con tierra 1:1	1.67	1.82	92	114	12
100% vermicomposta de café	1.11	1.50	83	137	15
Tierra	1.54	2.09	74	415	23

Elaboración propia.

Los datos obtenidos fueron sujetos de un análisis de varianza con el software SPSS, y se llevó a cabo la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

La Figura 2 muestra altura y número de hojas de la albahaca a través del tiempo. La altura de planta presentó diferencias significativas (< 0.05) en las tres etapas de muestreo. Se observó que en el tratamiento con tierra la altura de planta fue superior al inicio del establecimiento y 8 días después del trasplante. Esto se vio favorecido por la mayor capacidad de retención de agua de la tierra, lo cual es crucial en la etapa de adaptación inmediata al trasplante (Cuadro 2). No obstante, a



Figura 1. Tratamientos de albahaca con cuatro sustratos.
De izquierda a derecha: 100% vermicomposta de café, vermicomposta de café cascarilla de café 4:1, composta tierra 1:1, tierra.

Figure 1. Pepper basil treatments with four substrates.
From left to right: 100% coffee vermicompost, coffee vermicompost coffee husk 4:1, dirt compost 1:1, dirt.

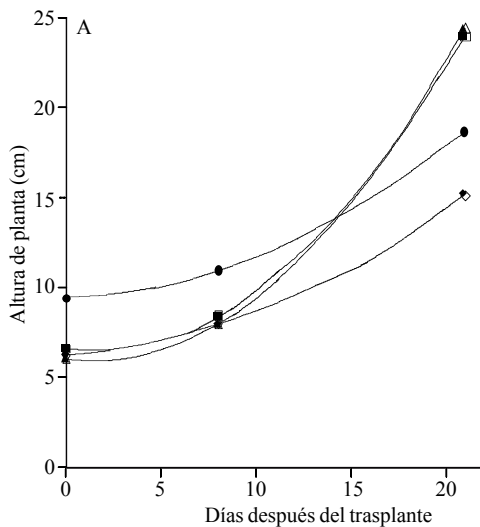
The individual weight of each leaf was divided over the leaf area; this determination was termed leaf area density; and f) NPK nutrient content of the leaves. In each treatment was a mixture composed of leaves and estimated content of N (procedure semi-micro-Kjeldahl), P and K

(mass spectrometry with inductively coupled plasma). Based NPK content was estimated for each nutrient extraction.

The data obtained were subjected to analysis of variance with SPSS software, and performed the comparison of means by Tukey test ($p < 0.05$) when significant differences were found between the treatments.

The Figure 2 shows the height and number of basil leaves over time. Plant height differed significantly ($p < 0.05$) in all the stages of sampling. It was observed that, in the treatment with dirt, plant height was higher at the beginning

partir de los 8 días después del trasplante, la altura de planta se incrementó substancialmente en los sustratos vermicomposta con cascarilla 4:1, y vermicomposta con tierra 1:1.



of the establishment and 8 days after transplantation. This was favored by higher water retention capacity of the soil itself, which is crucial in the stage of immediate

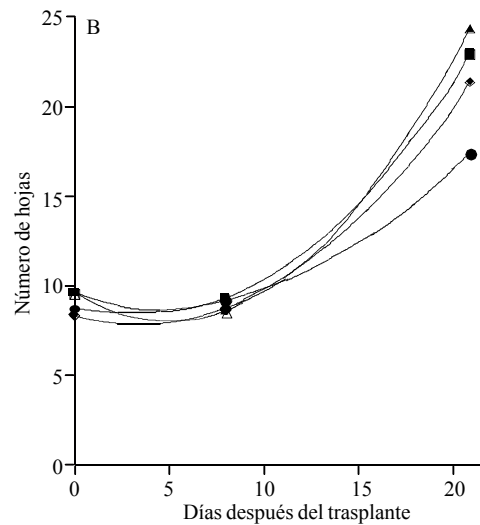


Figura 2. Crecimiento de albahaca en cuatro diferentes sustratos a) altura de planta; y b) número de hojas. ◆=vermicomposta de café; ■=vermicomposta con cascarilla 4:1; ▲=vermicomposta con tierra 1:1; ●=tierra. - línea ajustada.

Figure 2. Pepper basil growth in four different substrates: a) plant height; and b) number of leaves. ◆ = vermicompost coffee; ■ = husk vermicompost 4:1; ▲ = vermicompost with dirt 1:1; ● = dirt. - fitted line.

Los resultados demostraron la ventaja de las mezclas de vermicomposta de café en el crecimiento de albahaca, con relación al uso solo de vermicomposta y tierra. Lo que pudo estar asociado al mejoramiento de las propiedades físicas (Cuadro 2) y químicas (Cuadro 1) del sustrato.

Desde el punto de vista agronómico la altura de planta de la albahaca, el número y tamaño de hojas de la albahaca son consideradas los mejores indicadores de su crecimiento cuando es cultivada bajo sistemas orgánicos (Fenech-Larios *et al.*, 2008). El número de hojas (Figura 2B) no presentó diferencias asociadas a los tratamientos. La comparación de medias del resto de las variables evaluadas se presenta en el Cuadro 3. El conjunto de variables que presentaron diferencias significativas (< 0.05) atribuidas a los tratamientos fueron clorofila, área foliar, extracción de N y K. De acuerdo a los resultados se observa que los mejores resultados se presentaron en la mezcla vermicomposta tierra 1:1. Este tratamiento fomentó un mejor crecimiento de albahaca, lo que pudo ser en parte a mejores condiciones de pH y CE al quedar en un punto intermedio entre el uso exclusivo de vermicomposta o bien de suelo.

adaptation to transplantation (Figure 2 b). However, after 8 days after transplanting, plant height increased substantially in vermicompost substrates with 4:1 and 1:1 with vermicompost with dirt.

The results demonstrated the advantage of mixtures of coffee vermicompost on pepper basil growth, compared to the use of only vermicompost and dirt. This could be associated with the improvement of the physical (Table 2) and chemical properties (Table 1) of the substrate.

From the agricultural point of view, height plant, number and size of leaves are considered the best indicators of growth when growing under organic systems (Fenech-Larios *et al.*, 2008). The number of leaves (Figure 2b) showed no differences associated with the treatments whatsoever. The comparisons of means of the other variables evaluated are presented in Table 3. The set of variables that showed significant differences (< 0.05) attributed to the treatments were: chlorophyll, leaf area, extraction of N and K. According to the results it is observed that, the best results are presented in 1:1 mixture of vermicompost and dirt. This treatment promoted better growth of the pepper basil, which could be partly to better conditions of pH and EC to be at an intermediate point between the exclusive use of vermicompost or dirt.

Tabla 3. Comparación de medias (Tukey) desviación estándar (D. E.) y varianza de variables de crecimiento de albahaca bajo diferentes sustratos.**Table 3. Comparison of means (Tukey) standard deviation (SD) and variance of growth traits under different substrates. Different letters denote differences due to the substrate ($p < .05$).**

Variables	Sustratos				D.E.	Varianza
	Vermicomposta	Vermicomposta / cascarilla 4:1	Vermicomposta / tierra 1:1	Tierra 100%		
Clorofila (SPAD)	9.6 b	13.4 a	11.6 ab	11.4 ab	2.32	5.4
Área foliar (cm ²)	32.7 ab	32.2 ab	36.1 a	23.2 b	11.3	127.9
Peso seco hoja individual (mg)	89 a	77 a	97 a	73 a	83.8	1454.5
Densidad de área foliar (mg cm ²)	2.76	2.4 a	2.7 a	3.2 a	1.1	1.2
Núm. de inflorescencias	1.8 a	2.0 a	2.8 a	1.8a	1.7	2.7
Extracción de N (mg por hoja)	2.5 a	1.7 ab	2.0 ab	1.4 b	0.9	0.9
Extracción de P (mg por hoja)	0.4 a	0.5 a	0.5 a	0.5 a	0.2	0.05
Extracción de K (mg por hoja)	0.8 b	2.5 a	1.2 b	0.9 b	1.0	1.0

Letras diferentes denotan diferencias debido al sustrato ($p < 0.05$).

Marban *et al.* (2008), indican que las mezclas que incluyen hasta 50% de vermicomposta ofrecen ventajas sobre el uso exclusivo de vermicomposta; similares resultados fueron encontrados en sistemas de cultivo de albahaca con manejo nutricional que incluyeron fertilización orgánico-mineral. Este manejo presentó la mayor acumulación de biomasa que sistemas exclusivamente con manejo orgánico, lo que puede estar asociado a un relativo bajo contenido de nutrientes en las compostas, y su baja disponibilidad comparado con los fertilizantes (Anwar *et al.*, 2005). Jelačić *et al.* (2005) también demostraron que en sustratos que consideraron al menos de 50% de vermicomposta en la mezcla final, promovieron una mejor calidad en plántulas de albahaca. Por lo tanto, en este experimento se corrobora que la vermicomposta, incrementa la disponibilidad de nutrimentos para el crecimiento de las plantas de albahaca (Cuadro 1).

Adicionalmente, la porosidad fue un factor importante en los resultados encontrados. En el sustrato vermicomposta con tierra 1:1, el espacio poroso fue de 92%, el cual fue superior a la porosidad de la vermicomposta y a la tierra esto implicó que el sustrato promovió una mayor circulación de aire y agua lo que favoreció el crecimiento de la albahaca (Cuadro 3). Diversos autores han demostrado los efectos benéficos de las vermicompostas en las propiedades físicas del suelo como son la estructura, la retención de humedad y el drenaje (Domínguez *et al.*, 2010). El sustrato para la producción de albahaca debe

Marban *et al.* (2008) indicated that, the mixtures up to 50% of vermicompost offer advantages over the exclusive use of vermicompost, similar results were found in pepper basil cultivation systems with nutrient management involving organic-mineral fertilization. This management had the highest biomass accumulation exclusively on organic management systems, which can be associated with a relatively low content of nutrients in the compost, and low availability compared to fertilizers (Anwar *et al.*, 2005). Jelačić *et al.* (2005) also showed that, the substrates with less than 50% of vermicompost in the final mixture, promoted better quality on the seedlings. Therefore, in this experiment we confirmed that vermicompost increases the availability of nutrients for growth (Table 1).

Additionally, porosity was a major factor in the results. In the substrate vermicompost with dirt 1:1, the pore space was 92%, which was higher than the porosity of the vermicompost and dirt; this involved the substrate to promote better airflow and water which favored the growth of the basil (Table 3). Several authors have demonstrated the beneficial effects of vermicomposts in physical properties of the soil, such as the structure, moisture retention and drainage (Dominguez *et al.*, 2010). The substrate for the production of pepper basil should be composed of an appropriate porous space allowing microbial and radical respiration; otherwise very fine particles can inhibit the nitrification (Raviv *et al.*, 1998).

estar compuesto por un adecuado espacio poroso, que permita la respiración microbiana y radical, de lo contrario partículas muy finas puede inhibir la nitrificación (Raviv *et al.*, 1998).

En conclusión, la tierra con vermicomposta de pulpa de café favorece el crecimiento de albahaca (*Ocimum Selloi* Benth) reflejándose en una mayor área foliar, número de hojas, peso seco de hoja y extracción de nitrógeno; esto debido a que el sustrato tiene propiedades físicas apropiadas para la circulación de aire y agua.

Agradecimiento

La autora principal agradece a la Línea Prioritaria de Investigación 4: Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje por financiar este experimento.

Literatura citada

- Adigüzel, A.; Medine, G.; Meryem, S.; Hatice, Ö.; Fikrettin, S. and Karaman, R. 2005. Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract. Turk. J. Biol. 29:155-160.
- Atiyeh, R. M.; Subler, S.; Edwards, C. A.; Bachman, G.; Metzger, J. D. and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia. 44:79-590.
- Anwar, M.; Patra, D. D.; Chad, S.; Kumar, A.; Naqui, A. A. and Khanuja, S. P. S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36:1737-1746.

In conclusion, the soil with coffee pulp vermicompost favors the growth of pepper basil (*Ocimum sdelloi* Benth) resulting in larger leaf area, leaf number, leaf dry weight and nitrogen extraction.

End of the English version



- Domínguez, J.; Lazcano, C. y Gómez-Brandón, M. 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana. 2:359-371.
- Fenech-Larios, L.; Ruiz-Espinoza, F. H.; García-Hernández, J. L.; Murillo-Amador, B.; González-Ocampo, H. A.; Beltrán-Morales, F. A. and Fraga-Palomino, H. 2008. Analysis of agronomic variables of *Ocimum basilicum* L. under alternative tillage systems and standard organic practices. Trop. Subtrop. Agroecosys. 8:157-163.
- Jelačić, S.; Lakić, N.; Beatović, D. and Vujošević, A. 2005. Effects of different substrates on basil seedlings quality (*Ocimum basilicum* L.) J. Agric. Sci. 50:107-115.
- Josiane de F. P.; Farago, P.; Paulo, V.; Ribas, J.; Luiz, C.; Spinardi, G.; Mara, S.; Döll, Patricia, M.; Artoni, R.; Zawadzki, F. y Sônia, F. 2007. Evaluación *in vivo* del potencial mutagénico de los quimiotipos Estragol y Eugenol del aceite esencial de *Ocimum selloi* Benth. Latin American J. Pharmacy v. 26(06):846-851.
- Makri, O. y Kintzios, S. 2008. *Ocimum* sp. (Basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. J. Herbs Spic. Medicinal Plants. 13:123-150.
- Orafidiya, L. A. O.; Oyedele, A. O.; Shittu, A. and Elujoba, A. 2001. The formulation of an effective topical antibacterial product containing *Ocimum gratissimum* leaf essential oil. Int. J. Pharmaceutics. 224:177-183.
- Raviv, M.; Reuveni, R. y Zaidman, B. Z. 1998. Improved medium for organic transplants. Biol. Agric. Hort. 16:53-64.
- Ruiz-Espinoza, F. H.; Vázquez-Vázquez, C.; García-Hernández, J.; Salazar-Sosa, E.; Orona-Castillo, I.; Zúñiga-Tarango, R.; Murillo-Amador, B.; Jeréz-Mompies, E. y Beltrán-Morales, F. A. 2009. Comparación del costo energético de dos manejos del suelo para albahaca. Terra Latinoamericana. 27:383-389.