

Cultivation of three aromatic species in a vertical garden with two organic fertilizers

Cultivo de tres especies aromáticas en un huerto vertical con dos abonos orgánicos

Ramos-González, Roberto^{1*}; Orozco-Almanza, María S.¹; Monroy-Ata, Arcadio¹, Rojas-Cortés, María de J.¹

¹Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla del 5 de mayo S/N. Col. Ejército de Oriente. C.P. 09230 Ciudad de México.

*Autor de correspondencia: roberto0804@live.com.mx

ABSTRACT

Objective: It was analysed the establishment of purple basil (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens* L. Benth.), oregano (*Origanum vulgare* L.) and chive (*Allium schoenoprasum* L.), in a vertical production system, using vermicompost (T1) and bocashi (T2) as organic fertilizers.

Design/methodology/approach: Two treatments (organic bocashi and vermicompost fertilizers) and one control (forest soil) were applied to plant cultures. For this, three walls were installed, each with a different substrate and with five individual plants per species. After, an Analysis of Variance was applied for the height and fresh aerial biomass and the means were compared by a Tukey test ($p \leq 0.05$). Also, a Principal Components Analysis was carried out to evaluate the correlation between the nutrient concentration in each substrate and in aerial biomass of the plant species.

Results: The basil was functional in the vertical production system, where the highest productivity was obtained using bocashi fertilizer; likewise, chives were fitted for the vertical production system, growing better with vermicompost fertilizer than with the other treatments.

Limitations of the study/implications: Oregano was not fitted for the proposed vertical system because its root needs more soil volume, so oregano culture is not recommended for this production model.

Findings/conclusions: The organic culture of basil and chives can be fitted to the vertical production system. Results showed that basil had high biomass production using an organic fertilizer rich in nitrogen and calcium (bocashi), while chive had it using a fertilizer rich in phosphorus (vermicompost).

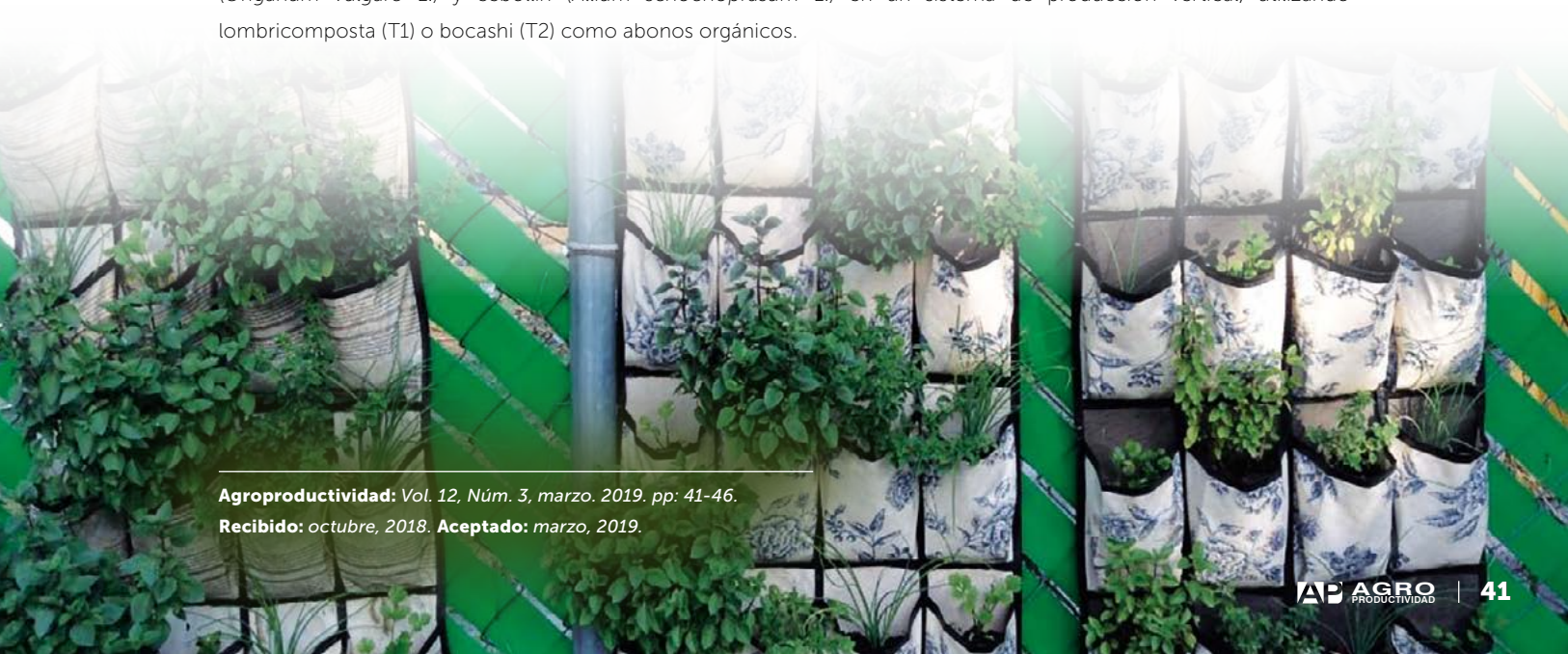
Key words: Basil, oregano, chive, vermicompost, bocashi.

RESUMEN

Objetivo: Analizar el establecimiento de albahaca morada (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens* L. Benth.), orégano (*Origanum vulgare* L.) y cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) en un sistema de producción vertical, utilizando lombricomposta (T1) o bocashi (T2) como abonos orgánicos.

Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 3, marzo, 2019. pp: 41-46.

Recibido: octubre, 2018. **Aceptado:** marzo, 2019.



Diseño/metodología/aproximación: Se aplicaron dos tratamientos (bocashi y lombricomposta) y un control (suelo forestal) a los cultivos de cada una de las especies. Para esto, se instalaron tres muros verdes (T1, T2 y testigo), cada uno con distinto sustrato y con cinco plantas por especie. Después, se realizó un análisis de varianza con los datos de altura y de biomasa húmeda aérea; las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). También, se realizó un análisis de componentes principales para evaluar la correlación entre la concentración de los nutrimentos de cada sustrato y la biomasa aérea de las plantas por especie.

Resultados. La albahaca fue funcional en el sistema de producción vertical, obteniendo el mayor rendimiento al aplicar bocashi; de la misma manera, el cebollín se ajustó al sistema de producción vertical, creciendo mejor con lombricomposta que con los otros tratamientos.

Limitaciones del estudio/implicaciones: El orégano no se adaptó al sistema de producción propuesto debido a que su raíz requiere de un mayor espacio.

Hallazgos/conclusiones: Es factible cultivar plantas medicinales y aromáticas en sistemas de producción vertical; usando para la albahaca un abono orgánico con concentraciones altas de nitrógeno y potasio (bocashi), y para el cebollín un abono alto en fósforo (lombricomposta).

Palabras clave: Albahaca, orégano, cebollín, lombricomposta, bocashi.

Se evaluaron los abonos orgánicos bocashi y lombricomposta, a los cuales se les determinó su contenido nutrimental (N, P, K, Ca y Mg) (Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000). Se evaluaron tres tratamientos: 1) tierra de monte-lombricomposta-tezontle (1:1.1) (T1); 2) tierra de monte-bocashi-tezontle (1:1:1) (T2) y tierra de monte-tezontle (2:1) (Testigo).

Para cada tratamiento se utilizaron bolsas zapateras como sistemas verticales de producción. El tamaño del sistema fue de 1.13×0.42 m con 20 cavidades de 1.5 L. Se cultivaron cinco plantas de cada especie por tratamiento utilizando plantones enraizados de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) de 10 cm de altura, bulbos de cebollín (*Allium schoenoprasum*) y esquejes (previamente enraizados) de orégano (*Origanum vulgare* L.), resultando en un total de 45 unidades experimentales. Los sistemas de producción se instalaron en una pared expuesta a la luz solar directa (6 h d^{-1}), con una orientación al oeste. Las especies se colocaron en las bolsas zapateras con un patrón diagonal, para evitar la competencia por luz.

Biofertilización

Quincenalmente a cada planta se le aplicó, en forma alternada, 50 ml de lixiviado de lombricomposta y de microorganismos eficientes. Durante 225 días, se midió la altura de la albahaca y el orégano, y cuando éstas alcanzaron 25 cm de altura, se podaron para mantener una altura de 10 cm, y al mismo tiempo estimular el crecimiento lateral. En el cebollín se cuantificó el número de hojas. El rendimiento se calculó con la biomasa húmeda total por especie y tratamiento por m^2 .

INTRODUCCIÓN

En las grandes ciudades, generalmente las viviendas cuentan con espacios muy reducidos para el establecimiento de huertos. Los traspatios prácticamente han desaparecido y los habitantes sólo cuentan con las áreas verdes de camellones, banquetas y parques. Una alternativa, para crear espacios verdes bajo estas condiciones, es la implementación de huertos en pared, que permitan a las familias obtener alimento y otros beneficios como la mitigación del efecto de isla de calor, el mejoramiento de la calidad local del aire, la captura de CO_2 y la gestión de residuos orgánicos (Manso y Castro 2015). Los muros verdes, que se encuentran en el mercado son costosos y, están diseñados para especies ornamentales, tal como helechos o suculentas, pero no para plantas aromáticas o medicinales, además de que no se manejan bajo principios de la agricultura orgánica. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el efecto de dos abonos orgánicos (lombricomposta y bocashi) en el rendimiento de tres especies aromáticas y medicinales, en un sistema de huerto vertical, con el fin de generar un modelo de manejo para hogares ciudadanos con espacios reducidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana "Chimalxochipan" (CCAUCH) en el Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-Zaragoza, UNAM), en la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México ($19^\circ 22' 23.7'' \text{ N}$, $99^\circ 02' 04.6'' \text{ O}$).

Diseño y análisis estadístico

A las variables de biomasa húmeda total y altura, se les aplicó un análisis de varianza y, las medias se compararon por Tukey ($p \leq 0.05$) (Programa estadístico NCSS, 2007 e INFOESTAT, 2016). También se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) por especie (Correlación de Pearson) entre el peso húmedo y la concentración de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) de los abonos orgánicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición nutrimental de los abonos y de la tierra de monte

El bocashi (T2) y la lombricomposta, (T1), presentaron concentraciones de N, P, K, Ca altos y óptimos para el desarrollo de los cultivos, similares a lo reportado por Trinidad (1987) y Bautista-Cruz et al. (2014), pero con valores bajos de Mg. La tierra de monte presentó una concentración muy baja de nitrógeno, media de P, alta de K y Ca y muy alta de Mg (NOM-021-SEMARNAT-2000) (Cuadro 1).

Crecimiento y potencial regenerativo después de la poda

Las plantas de albahaca (*O. basilicum*) cultivadas con lombricomposta (T1) y bocashi (T2), alcanzaron mayores alturas después de las podas, en comparación con el testigo ($p \leq 0.05$) (Figura 1). En los primeros 60 días el crecimiento fue lento, comparado con el crecimiento de los días posteriores y, a partir del día 182 después de la poda, se observó la disminución del potencial regenerativo (elongación de las ramas), tanto del testigo como de los tratamientos. En el día 222 las plantas presentaron síntomas de senescencia, alcanzando el fin de su ciclo de vida, lo cual coincide con lo reportado por Echeverry (1990) quien registró 257 días para las plantas obtenidas por semilla, y 205 días para las multiplicadas por esqueje.

ACP, biomasa húmeda y rendimiento

El análisis de componentes principales (ACP) explicó un 95% de la varianza y separó los trata-

mientos en función de la biomasa húmeda para cada tratamiento con relación al contenido de nutrientes de los abonos orgánicos (Figura 2).

Tanto el T1 como el T2 presentaron la mayor biomasa húmeda asociada a un mayor contenido de nitrógeno (N) y calcio (Ca) y a menor concentración de magnesio (Mg); sin embargo, el T2 presentó alto contenido de potasio (K), factor que pudo favorecer mayor biomasa

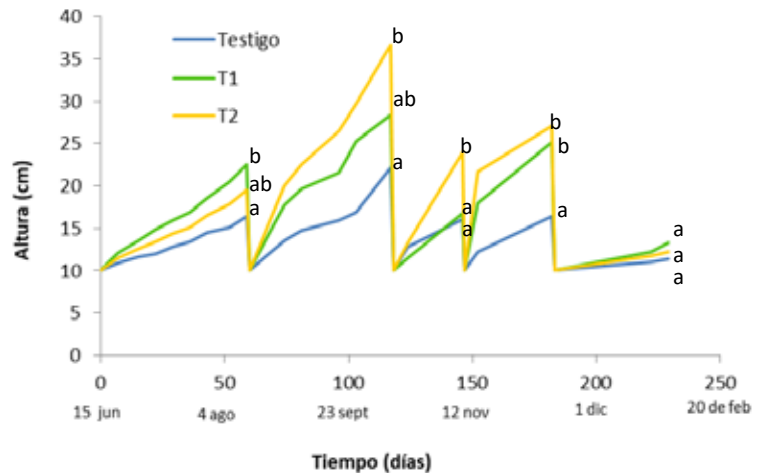


Figura 1. Crecimiento promedio de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) después de la poda. Literales distintas entre tratamientos indican diferencias significativas, Tukey ($p \leq 0.05$). T1 sustrato con lombricomposta, T2 sustrato con bocashi.

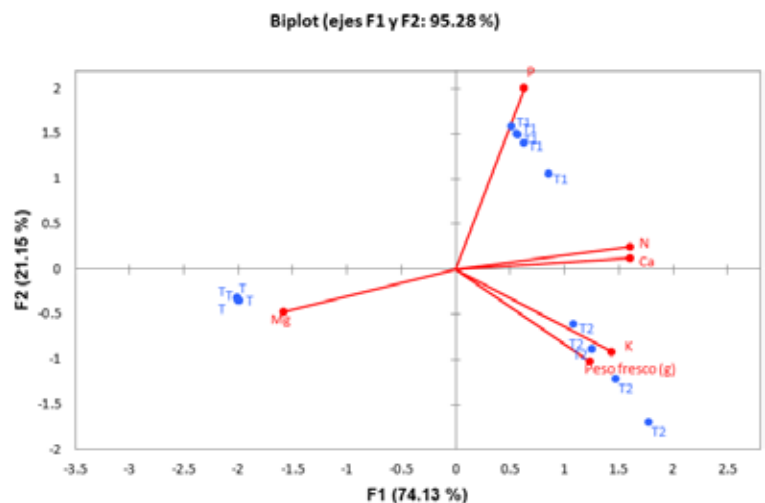


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (ACP) para biomasa húmeda de *O. basilicum*, y composición nutrimental de los abonos orgánicos.

Cuadro 1. Análisis nutrimental de los sustratos empleados.

	N (%)	P (mg kg^{-1})	K ($\text{Cmol}^+\text{kg}^{-1}$)	Ca ($\text{Cmol}^+\text{kg}^{-1}$)	Mg ($\text{Cmol}^+\text{kg}^{-1}$)
Tierra de monte	0.000045	10.07	5.52	65.66	314.26
Lombricomposta	1.70	50.00	51.90	293.14	4.90
Bocashi	1.89	14.00	131.51	346.16	0.08

de albahaca en el muro. López-Martínez *et al.* (2017) registraron que al aumentar la concentración de K se obtienen mayores rendimientos. El potasio es un elemento esencial para muchos procesos fisiológicos, tales como la fotosíntesis, la osmoregulación, turgencia celular, y la homeostasis en la célula vegetal (Mohd Zain e Ismail, 2016), mientras que niveles óptimos de nitrógeno tienden a promover una rápida división y elongación celular (Alcántar-González, 2009).

El rendimiento de albahaca en el T2 en el sistema de muro, fue de 5.29 kg m⁻², valor superior a lo reportado por Juárez Rosete *et al.* (2013) (0.82 kg m⁻² en suelo) y Moncayo-Lujan *et al.* (2015) (0.56 a 0.90 kg planta⁻¹ en macetas bajo condiciones de invernadero con soluciones nutritivas de composta y vermicomposta), por lo que se puede recomendar su cultivo en este sistema (Cuadro 2).

Orégano

Para el caso del orégano (*O. vulgare*) tanto el testigo como las plantas del T1 y T2 mostraron una respuesta muy variable en su crecimiento (Figura 4) por lo que no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. El promedio de longitud máximo alcanzado por las ramas fue de 24 cm y se obtuvo, tanto en las plantas del T1 como en el T2, el valor es cercano al reportado por Davidenco *et al.* (2012), quienes lograron longitudes de 27 a 28 cm. Aún con la variabilidad de respuesta en los tratamientos y el testigo, las plantas cultivadas con lombri-

Cuadro 2. Atributos de la albahaca (*Ocimum basilicum* L. var. *purpurascens*).

Tratamiento	Supervivencia (%)	Biomasa húmeda promedio n=5 (g)	Rendimiento promedio n=5 (kg m ²)
Testigo	100	13.62±2.04 b	0.59±0.07 b
T1	100	53.48±30.1 b	2.32±1.00 b
T2	100	121.66±60.54 a	5.29±2.01 a

Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas (p≤0.05).

composta y bocashi se recuperaron mejor después de la poda, no así las plantas del testigo (Figura 3).

Aunque no se detectaron diferencias en la biomasa entre los tratamientos aplicados, el ACP indicó que la biomasa húmeda del orégano se relacionó de forma significativa con el Mg, N y Ca, pero no con el K ni el P (Figura 4). La mayor concentración de N y Ca de T2 y T1, así como las menores concentraciones de Mg, pudieron favorecer el desarrollo de la biomasa. En otros estudios se ha reportado que una mayor concentración de nitrógeno favorece la producción de biomasa de orégano (Azizi *et al.*, 2009; Said-Al Ahl *et al.*, 2009), debido a los efectos positivos del nutriente, tanto en la activación de la fotosíntesis, como en los procesos metabólicos de los compuestos orgánicos que a su vez, estimulan el crecimiento vegetativo.

La tierra de monte usada para la elaboración del sustrato presentó una elevada concentración de Mg (Cuadro 1), elemento que afectó de manera especial al orégano, ya que los esquejes utilizados eran recientes, con un sistema radicular joven; sin embargo, al mezclar la tierra de monte con lombricomposta o bocashi, ricos en calcio, se favoreció la mayor asimilación de este elemento, que se reflejó en mejor desarrollo, aunque muy variable. El calcio cumple diversas funciones como, reforzar las membranas y paredes celulares, favorecer la división y extensión celulares, la modulación de las acciones hormonales y el crecimiento radicular (Díaz, 2007). Es importante resaltar que, el orégano a diferencia de la albahaca, desarrolla un sistema radical más amplio, que se ve limitado por el espacio del contenedor.

El 100% de supervivencia en el muro fue sólo para las plantas del T1, mientras que, el T2 y el testigo registraron 67 y 71.4 % respectivamente (Cuadro 3). La biomasa húmeda cosechada fue muy baja, dando un rendimiento máximo de

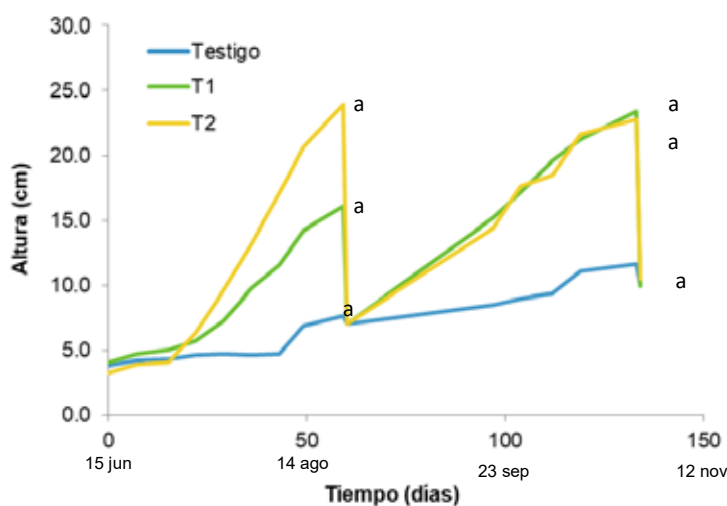


Figura 3. Crecimiento promedio de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) después de podas. Literales distintas en cada poda indican diferencias significativas, Tukey (p≤0.05), entre tratamientos. T1 sustrato con lombricomposta, T2 sustrato con bocashi.

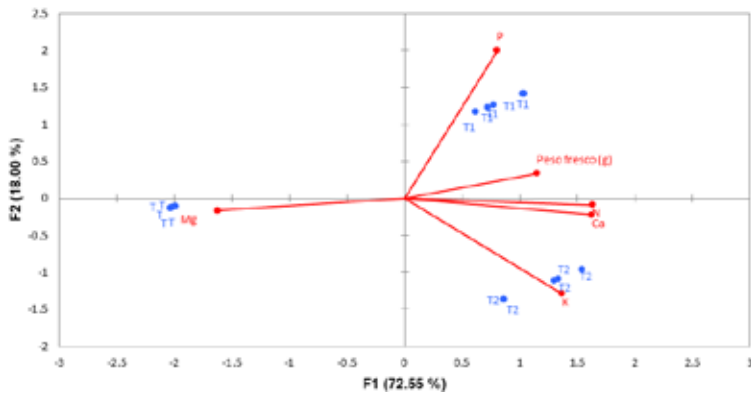


Figura 4. Análisis de Componentes Principales (ACP) para biomasa húmeda de orégano (*Origanum vulgare* L.) y composición nutricional de los abonos orgánicos.

Cuadro 3. Atributos de Orégano (*Origanum vulgare* L.)

Tratamiento	Supervivencia (%)	Peso húmedo promedio n=5 (g)	Rendimiento promedio (kg m ²)
Testigo	71.40	0.42±0.41 a	17.69±17.39 a
T1	100.00	6.16±3.58 a	259.58±150.93 a
T2	67.00	6.06±5.81 a	255.00±245.06 a

Literales distintas en la columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 4. Atributos del cebollín (*Allium schoenoprasum* L.).

Tratamiento	Supervivencia (%)	Peso fresco promedio por contenedor n=5 (g)	Rendimiento promedio (kg m ²)
Testigo	100	1.94±0.34 b	0.082±0.01 b
T1	100	4.56±1.67 a	0.192±0.07 a
T2	100	2.54±0.76 b	0.110±0.03 b

Literales distintas en la columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), entre tratamientos.

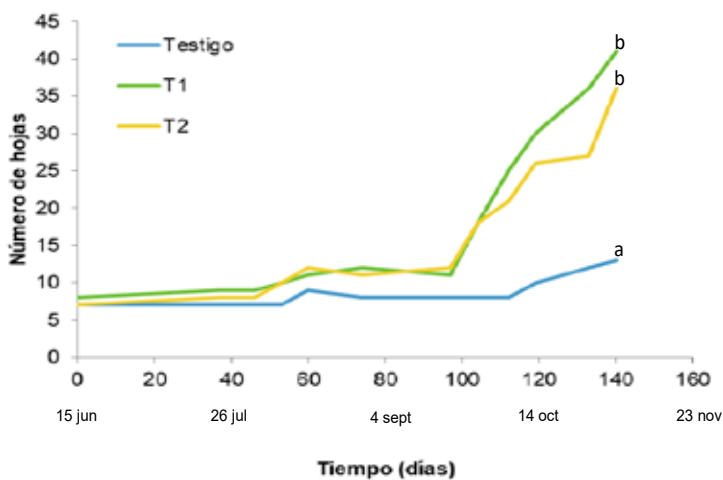


Figura 5. Número de hojas promedio de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.). Literales distintas entre tratamientos indican diferencias significativas, Tukey ($p \leq 0.05$). T1 sustrato con lombricomposta, T2 sustrato con bocashi.

0.426 kg m⁻², valor mucho menor al reportado por Burgos et al. (2016) que fue de 0.7 hasta 1.3 kg m⁻² al aplicar urea.

Cebollín (*Allium schoenoprasum* L.)

Tanto el tratamiento con lombricomposta como el de bocashi, registró un mayor número de hojas en las plantas (41 y 36 respectivamente), en comparación con el testigo al día 140 después del trasplante (Figura 5). En los meses de junio a septiembre el número de hojas se mantuvo entre 10 y 12, posteriormente se presentó un aumento en su número hasta el mes de noviembre, situación que pudo verse favorecida por la disminución de la temperatura (18 °C mínima).

El ACP (Figura 6) explicó el 95.36% de la varianza en función de la biomasa húmeda y las concentraciones nutrimentales de los abonos orgánicos. La mayor biomasa húmeda en el T1 (Cuadro 4), se explica por mayor concentración de fósforo disponible, en comparación con el testigo y el T2 que presentaron menores concentraciones (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con lo reportado por Bernal et al. (2008), quienes observaron que el fósforo es un macronutriente importante para el desarrollo del cebollín, además de que altas concentraciones de Mg disminuyen el número y biomasa húmeda de hojas.

El rendimiento alcanzado por esta especie fue inferior (Cuadro 4), en comparación con lo reportado para cultivos en suelo (220 a 850 g m⁻²) (Villegas-Espinoza et al., 2013, Juárez-Rosete, 2013), lo cual fue resultado de las características de los bulbos del cebollín, ya que se multiplican de manera radial, y el tamaño del recipiente puede ser limitante para lograr mayor producción (Figura 7). Una alternativa es cosechar las hojas, y los bulbos, dejando únicamente los más jóvenes en el sistema vertical, para producciones posteriores.

CONCLUSIONES

Las tres especies evaluadas se pueden cultivar en sistemas de producción vertical con un rendimiento diferencial, pero suficiente para el consumo de una familia pequeña. Sin embargo, la albahaca es la

especie con mayor funcionalidad en el sistema de producción vertical, al utilizar bocashi como abono orgánico rico en N, K y Ca. El orégano y el cebollín se ven limitados en su desarrollo por el tamaño del contenedor. El orégano requiere de abonos orgánicos ricos en N y Ca para la producción de altos rendimientos, mientras que el cebollín requiere de abonos orgánicos ricos en fósforo. El magnesio en grandes cantidades en el sustrato puede limitar el crecimiento para las tres especies.

LITERATURA CITADA

Alcántar-González G. y Trejo-Téllez L.I. (eds.) (2009). Nutrición de Cultivos. Ed. Mundi-Prensa, México, D.F. 454 p.

Azizi A., Yan F., Honermeier B. 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial Crops and Products* 29:554-561.

Bautista-Cruz A., Cruz, G., Rodríguez-Mendoza, M. 2015. Efecto del bocashi y fertilizantes de liberación lenta en algunas propiedades de suelos con maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(1): 217-222.

Bernal D., Morales L., Fischer G., Cuervo J. y Magnitskiy S. 2008. Caracterización de las deficiencias de macronutrientes en plantas de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2 (2) 192-204.

Burgos, A., Schroeder M. y Cañete-García M. 2016. Producción de orégano (*Origanum* sp) con fertilización nitrogenada en suelos arenosos de Corrientes. *Agrotecnia* 24:5-10

Davidenco V., Vega C. y Argüello J. 2012. Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare* ssp. vulgare y ssp. hirtum letsw.: impacto sobre su desarrollo y crecimiento. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 44(1):1-12.

Diario Oficial de la Federación. NOM-021-RECNAT-2000. Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. DOF 31 de diciembre del 2002.

Díaz A., Cayón G. y Mira J.J. 2007. Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto del banano. Una revisión *Agronomía Colombiana* 25(2): 280-287.

Juárez-Rosete, C., Aguilar-Castillo J., Juárez-Rosete M., Bugarín-Montoya R., Juárez-López P., Cruz Crespo E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: tradición e innovación. *Revista Bio Ciencias* 2(3), 119-129 (2013).

Manso M. and Castro-Gomes J. 2015. Green Wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41, 863-871.

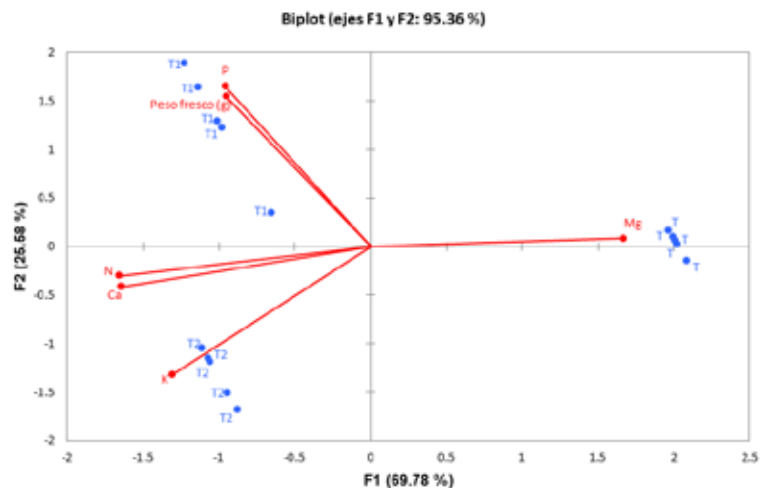


Figura 6. Análisis de Componentes Principales (ACP) para biomasa húmeda y composición nutricional de los abonos orgánicos.



Figura 7. Muro con albahaca (*O. basilicum*), orégano (*O. vulgare*) y cebollín (*A. schoenoprasum*) en el día 103 de cultivo.

Moncayo-Luján M., Álvarez V., González G., Salas L. y Chávez J. 2015. Producción orgánica de albahaca en invernadero en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana* 33(1). 69-77.

Said-Al Ahl H., Hasnaa A., Ayad & Hendawy S. 2009. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different irrigations intervals. *Journal of Applied Sciences* 23: 319-323.

Villegas-Espinoza J.A., Aguilar García, M., Briseño-Ruiz, S.E., Sosa y Silva Carballo, R.A. 2013. Guía para el cultivo de cebollín. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 24 p.