

Efecto de gallinaza y biosólido en mezcla con turba europea para producción de plántulas de cucurbitáceas

Effect of poultry manure and biosolid mixed with European turbe for cucurbit seedling production

Fernando de Jesús Carballo Méndez ¹, Juan Carlos Rodríguez Ortiz ²,
José Luis García Hernández ³, Jorge Alonso Alcalá Jáuregui ², Pablo Preciado Rangel ⁴,
Humberto Rodríguez Fuentes ⁵, Federico Villarreal Guerrero ²

Originales: Recepción: 24/09/2014 - Aceptación: 28/09/2016

Nota científica

RESUMEN

En México, la turba de *Sphagnum* (*peat moss*), es el principal sustrato utilizado para la producción de plántulas de hortalizas en bandeja de poliestireno, su precio es elevado por ser de importación, lo que hace necesario estudiar alternativas de menor costo. Por lo anterior, se propone mezclar la turba con materiales orgánicos de origen local como la gallinaza (G) y biosólido (B) para producir plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) y calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Ocho mezclas de material orgánico-turba fueron evaluadas para cada especie: 1) 4% G + 96% turba; 2) 8% G + 92% turba; 3) 12% G + 88% turba; 4) 16% G + 84% turba; 5) 4% B + 96% turba; 6) 8% B + 92% turba; 7) 12% B + 88% turba; 8) 16% B + 84% turba, el tratamiento testigo fue 100% turba. En los resultados se destaca, en pepino, la mezcla con 16% de biosólido que afectó positivamente en unidades SPAD (Soil Plant Analysis Development), diámetro de tallo y área foliar, mientras que la mezcla con 12% de gallinaza aumentó peso seco de parte aérea y total ($P \leq 0,05$). En calabacita, la mezcla con 16% de gallinaza incrementó área foliar ($P \leq 0,05$). En las variables de altura, peso seco de raíz y balance de plántula no se encontraron diferencias significativas en ambas especies y mezclas. Se concluye que mezclas de turba europea (*peat moss*) con gallinaza o biosólido, son una importante alternativa técnica y económica para la producción de plántulas en pepino y calabacita.

Palabras clave

Cucumis sativus L. • *Cucurbita pepo* L. • plántulas • abonos • nutrición vegetal

-
- 1 Egresado, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera San Luis Potosí-Matehuala km 14.5. Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., México.
 - 2 Profesor-Investigador, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. jcrodot@uaslp.mx.
 - 3 Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agronomía y Zootecnia. 35110 Venecia, Gómez Palacio, Durango, México.
 - 4 Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5. Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México. C.P. 27170.
 - 5 Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Zuazua-Marín km. 7.5, Marín, N. L. México.

ABSTRACT

In Mexico, *Sphagnum turbe* (*peat moss*) is the main substrate used for the production of vegetable seedlings in polystyrene trays. It is imported and thus has an elevated price, therefore some lower cost alternatives need to be addressed. This work proposes a mixture of peat with local organic materials as poultry manure (PM) and biosolid (B) to produce cucumber (*Cucumis sativus* L.) and zucchini (*Cucurbita pepo* L.) seedlings. Eight mixtures of organic material-peat were evaluated for each species: 1) 4% PM + 96% peat; 2) 8% PM + 92% peat; 3) 12% PM + 88% peat; 4) 16% PM + 84% peat; 5) 4% B + 96% peat; 6) 8% B + 92% peat; 7) 12% B + 88% peat; 8) 16% B + 84% peat, and 100% peat as control. Compared with the control, the mixture with 16% of biosolid affected positively SPAD (Soil Plant Analysis Development) units, stem diameter and leaf area in cucumber seedlings, while the mixture with 12% of poultry manure increased aerial and total dry weight ($P \leq 0.05$). In zucchini, the mixture with 16% of poultry manure increased leaf area ($P \leq 0.05$). No significant differences were found in height, root dry weight and seedling balance in both species and mixtures. We concluded that use of peat moss mixed with poultry manure or biosolid represents an important technical and economic alternative for cucumber and zucchini seedling production.

Keywords

Cucumis sativus L. • *Cucurbita pepo* L. • seedling • manure • plant nutrition

INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas en hortalizas de trasplante representa el inicio del proceso productivo en algunas especies hortícolas. Los resultados que se obtengan en esta primera fase repercutirá en las siguientes etapas fenológicas, por lo que es importante que se obtengan plántulas con raíces saludables, con tallos gruesos, hojas de color verde intenso (no cloróticas), sin daños por insectos, sin enfermedades, planta compacta y vigorosa, características deseables señaladas por Prunty (2015). Para ello, el sustrato o medio de cultivo, tiene un papel principal sobre el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plántulas, como proveedor de aire y agua, así como permitir su expansión y ser soporte físico (16).

Para la producción de plántulas de hortalizas, es común en México el uso de

turba importada en conjunto con el uso de fertilizantes químicos sintéticos (algunos de importación). El costo de estos insumos se ha elevado significativamente en años recientes en el país. Ante esta situación, los materiales orgánicos como los estiércoles de algunos ganados y los biosólidos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (4, 22), son una alternativa a la cual se puede recurrir debido a que ambos poseen propiedades físicas y químicas que aportan nutrientes y capacidad de anclaje a las plántulas (6, 18). Su empleo no representa un riesgo a la salud humana si se manejan acorde a las normas oficiales como la NMX -FF -109- SCFI -2007 (3) y NOM- 004- SEMARNAT- 2002 (2), las cuales especifican el uso de compostas y biosólidos en la agricultura, respectivamente.

Por lo expuesto, el presente ensayo tiene como objetivo evaluar el efecto de ocho mezclas preparadas con gallinaza (G), biosólido (B) y turba europea en las unidades SPAD (clorofila) y el crecimiento de plántulas para trasplante de pepino (*Cucumis sativus* L.) y calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se hizo en el estado de San Luis Potosí, México, con coordenadas de 22°09'04" N y 100°58'34" O, dentro de una estructura tipo túnel con cubierta de plástico difusa a lo que se sobrepone una

mallla con capacidad de bloqueo de 30% de la luz incidente.

Ocho mezclas de material orgánico con turba y un testigo fueron evaluados en la producción de plántulas de pepino (híbrido "Turbo" de la compañía Seminis®) y calabacita (variedad "Hurakan" de la compañía Harris Moran®) (tabla 1). Las propiedades químicas de los abonos orgánicos se muestran en la tabla 2.

Las unidades experimentales fueron bandejas de poliestireno expandido con 242 cavidades (16,7 cc por cavidad). El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Un tercio de cada bandeja conformó una repetición (81 plántulas).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en evaluación.

Table 1. Description of the treatments in evaluation.

Tratamiento (mezcla)	Proporción de material orgánico en la mezcla	Proporción de turba en la mezcla
1	4% gallinaza	96% turba
2	8% gallinaza	92% turba
3	12% gallinaza	88% turba
4	16% gallinaza	84% turba
5	4% biosólido	96% turba
6	8% biosólido	92% turba
7	12% biosólido	88% turba
8	16% biosólido	84% turba
9 (Testigo)	0% material orgánico	100% turba

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas y minerales en los abonos orgánicos.

Table 2. Physicochemical properties and minerals in the organic materials.

Material orgánico	pH	C.E.*	M. O.	N	P	K	Ca	Mg	S	ppm			
										Fe	Cu	Mn	Zn
Gallinaza	7,72	4,9	75,5	2,16	5,36	2,87	2,87	1,08	0,65	1802	40	514	299
Biosólido	5,85	3,4	30,11	5,92	5,69	0,5	2,55	0,58	0,74	5000	1365	110	108

*C. E. = Conductividad eléctrica en dS m⁻¹.

*C. E. = Electric conductivity in dS m⁻¹.

La gallinaza utilizada es comercializada por la empresa Meyfer® (ubicada en Zuázua, Nuevo León, México), la cual tiene registro OMRI (Instituto de Revisión de Materiales Orgánicos) para uso en agricultura orgánica certificada por el programa de agricultura orgánica de los Estados Unidos (USDA-NOP).

El biosólido evaluado es resultado de un proceso convencional de compostaje de seis meses realizado por una planta de tratamiento de aguas residuales que cumple con las especificaciones de calidad de la norma NOM-004-SEMARNAT-2002. Como criterio de madurez de los abonos orgánicos, se determinó la relación C/N, siendo de 7 en la gallinaza y de 3,35 en el biosólido, que de acuerdo con Iglesias y Pérez (1992), son considerados como materiales suficientemente maduros.

La turba utilizada fue una mezcla DSM marca Kekkila 05W (Laanemaa, Estonia) (densidad aparente 0,13 g cm⁻³; granulometría 0-6 mm; pH 5,9; materia orgánica >90%; conductividad eléctrica de 1,5 dS cm⁻¹ y 14-16-18 kg m⁻³ de N-P₂O₅-K₂O+ microelementos).

Las plántulas de pepino y calabacita recibieron por igual, en los nueve tratamientos, dos aplicaciones semanales de 0,25 g de fosfato monoamónico por bandeja y una aplicación semanal de 0,20 g de magicroot por bandeja (compañía Agroformuladora Delta) que contiene 0,30% de ácido-4-indol-3-butirico y 99,70% de ingredientes inertes.

Veinticinco días después de la siembra, las plántulas alcanzaron el tamaño para ser trasplantadas. Para la evaluación, quince plantas fueron seleccionadas por tratamiento (5 por repetición), considerando las siguientes variables: a) unidades

SPAD (Soil Plant Analysis Development), usando el medidor de clorofila (Konica Minolta modelo 502), donde se tomó el dato en la hoja más desarrollada colocando el sensor en la parte central entre la nervadura y borde de la hoja; b) altura de planta; c) diámetro de tallo; d) área foliar, usando el programa *ImageJ* (13); e) peso seco de la parte aérea, se procedió a separar las plántulas a partir de la base del tallo y la parte superior se colocó en horno de aire forzado a 65°C hasta obtener peso constante; f) peso seco de raíz, se procedió a lavar con agua a presión hasta retirar por completo el sustrato adherido para luego colocar en horno de aire forzado a 65°C hasta obtener peso constante; g) peso seco total, se obtuvo sumando peso seco de parte aérea y peso seco de raíz; y h) balance de planta (cociente entre peso seco de parte aérea y peso seco de raíz). Un análisis de varianza fue realizado para cada variable.

Al encontrar diferencias significativas se hizo comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). También se aplicó una prueba de contrastes ortogonales para comparar los tratamientos de gallinaza contra los de biosólidos. Los datos se analizaron con el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 1.1 (15).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos en pepino

Los resultados en pepino se muestran en la tabla 3 (pág. 197). No se encontraron diferencias significativas en altura de planta, peso seco de raíz y balance de plántulas con respecto al testigo.

Tabla 3. Comparación de medias entre tratamientos en pepino.**Table 3.** Comparison of means among treatments in cucumber.

Trata- miento	Unidades SPAD	Altura (cm)	Diam. tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	Peso seco p. a. (g)	Peso seco raíz (g)	Peso seco total (g)	Balace de plántula
1	38,84 c	12,90 a	0,39 ab	9,81 ab	0,19 ab	0,04 a	0,23 a	4,32 a
2	46,92 abc	13,26 a	0,44 ab	11,03 ab	0,22 ab	0,03 a	0,26 ab	5,48 a
3	41,23 bc	13,20 a	0,43 ab	11,31 ab	0,32 a	0,04 a	0,36 a	7,67 a
4	48,70 abc	12,25 a	0,41 ab	11,92 ab	0,16 b	0,03 a	0,19 b	4,82 a
5	50,22 abc	13,18 a	0,40 ab	12,70 ab	0,18 ab	0,03 a	0,22 ab	4,74 a
6	55,19 a	14,00 a	0,39 ab	15,74 a	0,20 ab	0,04 a	0,25 ab	4,72 a
7	54,14 ab	11,72 a	0,42 ab	13,22 ab	0,13 b	0,03 a	0,16 b	4,49 a
8	53,40 ab	13,02 a	0,47 a	16,30 a	0,16 b	0,03 a	0,19 b	4,92 a
Control	36,56 c	9,36 a	0,36 b	7,14 b	0,13 b	0,04 a	0,17 b	3,48 a
c.v. (%)	10,14	19,17	7,90	23,12	28,72	16,96	25,36	27,16

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$). c.v.: coeficiente de variación. p. a.: parte aérea.

Means followed by different letter, within a column, are statistically different ($P \leq 0.05$). c.v.: coefficient of variation. p.a.: aerial part.

En las unidades SPAD el tratamiento testigo fue superado estadísticamente ($P \leq 0,05$) por los tratamientos 6, 7 y 8 en más de 16 unidades, que tienen en común al biosólido en la mezcla de sustratos.

Cuando se realizó un contraste ortogonal entre tratamientos con gallinaza (1 al 4) contra biosólido (5 al 8), los tratamientos con el biosólido fueron significativamente mayores superando en más de 9 unidades a los tratamientos con gallinaza (promedio 43.91 en gallinaza y 53,23 en biosólido, $P \leq 0,05$).

Las unidades SPAD se han relacionado estrechamente con el contenido de clorofila y nitrógeno en las hojas en diversos cultivos hortícolas, lo que resalta su importancia como variable de estudio (23).

El contenido elevado de nitrógeno en el biosólido (más del doble que la gallinaza) explica los resultados anteriores. Similares resultados han sido

reportados en producción de plántulas suplementadas con materiales orgánicos por investigadores de la Universidad Estatal de Ohio, Estados Unidos (10). Sin embargo, es importante no exceder la suplementación de los abonos en las mezclas de sustratos ya que se podrían obtener plántulas suculentas generadas por el nitrógeno excesivo, lo que puede afectar su calidad, principalmente al generar tallos débiles que se pueden doblar y trozar con facilidad. También es importante mencionar que los materiales orgánicos varían considerablemente en su composición química, especialmente en cuanto a nitrógeno (18).

En diámetro de tallo, el tratamiento testigo fue superado significativamente solo por el tratamiento 8 (biosólido) por más de 1 mm. Esta variable es un indicador del vigor de las plántulas, lo que es importante para soportar momentos de stress

al trasplante a campo abierto, mayor tolerancia a enfermedades del suelo, así como otros problemas en tallos como lesiones mecánicas que pudieran retrasar su arraigo (5, 17). Los tratamientos 6 y 8 (mezclas con biosólido) incrementaron significativamente área foliar en relación con el testigo, lo que puede atribuirse a su alto contenido de nitrógeno.

En cuanto al peso seco de la parte aérea y total, también se obtuvieron diferencias significativas, en esta ocasión los tratamientos 1, 2, 3 5 y 6 promovieron mayor crecimiento respecto de las plántulas del tratamiento testigo.

En el caso del tratamiento 3, la diferencia en pesos fue de más del doble. Tales efectos pueden ser debido a que dichas plántulas recibieron una mayor cantidad de elementos minerales contenidos en los materiales orgánicos a manera de suplemento (tabla 2, pág. 195), mismos que no recibieron las plántulas del tratamiento testigo.

Aun cuando los valores promedios obtenidos en la variable de balance de plántula no fueron significativos, se aprecia que el tratamiento testigo obtuvo, en promedio, un mejor balance de plántula. Esta variable es el cociente que resulta de dividir el peso seco de la parte aérea (numerador) con el peso seco de la raíz (denominador). Por lo tanto, un cociente menor representa un mejor balance entre ambas partes, lo que puede significar un mejor funcionamiento de las plántulas al ser trasplantadas a campo. De esta manera, el cociente fue menor en las plántulas crecidas en el tratamiento testigo, por tener pesos de parte aérea menores respecto del resto de los tratamientos (significativamente a los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6) pero con pesos de raíces iguales.

Los variados efectos de los materiales orgánicos en plántulas de pepino pueden ser explicados, en parte, por su compleja composición. Varios autores mencionan que además de los elementos minerales que contienen (tabla 2, pág. 195), los materiales orgánicos tienen ácidos húmicos y otras sustancias activas biológicas que actúan como reguladores del crecimiento (7). Al respecto, Hong *et al.* (2015), muestran evidencias de haber encontrado fitohormonas del crecimiento en vermicomposta: N⁶-[2-isopentenil]adenina (iP) (citoquinina), N⁶-isopenteniladenosina (iPR) (citoquinina) y ácido 3-indoleacético (AIA) (auxina), en concentraciones de 0,49, 0,53, 79,78 ng g⁻¹, respectivamente. Señalan que la presencia de estas sustancias en la vermicomposta explica la eficacia de este material orgánico en promover el crecimiento de plantas.

Efectos en calabacita

Los resultados en calabacita se muestran en la tabla 4 (pág. 199). El área foliar fue la única variable donde se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Se destacan los tratamientos 4 y 5 que produjeron 107% y 92% más área foliar que el testigo, respectivamente. Se considera que dicho efecto es debido principalmente al nitrógeno presente en los materiales orgánicos, el cual no dispusieron las plántulas crecidas en el tratamiento testigo (tabla 2, pág. 195). Ng'etich *et al.* (2013), mencionan que un incremento en área foliar en plantas puede ser un indicador de que el nitrógeno fue absorbido y subsecuentemente utilizado en aminoácidos que actúan como componente estructural de la clorofila.

Tabla 4. Comparación de medias entre tratamientos en calabacita.**Table 4.** Comparison of means among treatments in zucchini.

Trata- miento	Unidades SPAD	Altura (cm)	Diám. tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	Peso seco p. a. (g)	Peso seco raíz (g)	Peso seco total (g)	Balance de plántula
1	40,72 a	15,96 a	0,43 a	20,78 ab	0,28 a	0,05 a	0,32 a	5,56 a
2	40,27 a	14,65 a	0,49 a	23,05 ab	0,25 a	0,05 a	0,30 a	5,05 a
3	40,15 a	15,22 a	0,48 a	24,88 ab	0,27 a	0,04 a	0,31 a	6,14 a
4	38,08 a	18,01 a	0,47 a	32,27 a	0,30 a	0,04 a	0,34 a	6,60 a
5	37,47 a	18,89 a	0,47 a	30,04 a	0,26 a	0,04 a	0,30 a	6,34 a
6	39,93 a	17,71 a	0,47 a	24,28 ab	0,20 a	0,03 a	0,24 a	5,33 a
7	43,13 a	14,49 a	0,45 a	24,31 ab	0,19 a	0,04 a	0,23 a	4,85 a
8	41,10 a	14,13 a	0,50 a	22,62 ab	0,19 a	0,03 a	0,22 a	5,62 a
Control	39,94 a	14,14 a	0,43 a	15,58 b	0,19 a	0,05 a	0,25 a	3,87 a
c.v. (%)	6,52	16,85	6,01	18,67	23,76	19,61	21,11	23,59

Medias con letras diferentes dentro de la misma columna son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).
c.v.: coeficiente de variación. p.a.: parte aérea.

Means followed by different letter, within a column, are statically different ($P \leq 0.05$). c.v.: coefficient of variation. p.a.: aerial part.

Maldonado (2008), señala que el nitrato absorbido por la raíz se exporta a la parte aérea principalmente en forma de glutamina y asparragina, que son aminoácidos básicos para el crecimiento de las células vegetales.

Por su parte, Mercado *et al.* (2014), encontraron que el área foliar de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se incrementó de manera proporcional al aumento de nitrógeno en la solución nutritiva. Las dosis que ellos evaluaron fueron: 0, 4, 8, 12 y 16 mEq L⁻¹ de nitrógeno (N-NO⁻³) y los efectos en el crecimiento del área foliar fueron: 5,3, 11,7, 21,8, 23,1 y 39,6 cm², respectivamente. Efectos similares fueron reportados por Utria *et al.* (2008) en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

En la variable de balance de plántula se presentó un efecto igual al sucedido en plántulas de pepino, estos es, que las plántulas crecidas en el tratamiento testigo obtuvieron un mejor balance que

las mezclas, pero sin ser significativo. Esta variable es muy importante por los productores de hortalizas, ya que han observado que plántulas con mejor balance tienen un mejor arraigo y crecimiento al trasplantarlas al campo.

Se estima que se puede mejorar el balance de plántulas en las mezclas con materiales orgánicos al incrementar el peso seco de raíz, lo que se puede lograr al proveer una mayor cantidad de fósforo y bioestimulantes como las auxinas vía agua de riego. Ambas sustancias son conocidas por estimular el crecimiento radicular en plantas (1, 5).

La dosis de fosfato monoamónico (fuente de fósforo) y magicroot (fuente de auxinas), aplicadas en este ensayo (dos aplicaciones semanales de 0,25 g de fosfato monoamónico por bandeja y una aplicación semanal de 0,20 g de magicroot por bandeja), pueden ser incrementadas en busca de dicho efecto.

En cuanto a la diferentes respuestas que mostraron las dos especies en los tratamientos evaluados, Gárate y Bonilla (2008), mencionan que el crecimiento de las plantas depende de varios factores, que van desde la regulación génica hasta los factores edafoclimáticos. Considerando que el pepino y la calabacita estuvieron bajo un mismo ambiente edafoclimáticos, hace suponer que las diferencias son meramente genéticas.

Es claro que la demanda de nutrientes es diferente, que sus necesidades nutricionales son específicas. Los mismos autores señalan que los contenidos minerales entre las especies vegetales varían, incluso cuando las comparaciones se establecen utilizando los mismos órganos y de la misma edad fisiológica. Concluyen que estas variaciones se basan fundamentalmente en diferencias en el metabolismo.

Por otra parte, los costos en la producción de plántula pueden reducirse al utilizar menos turba. Esto es posible en la medida que se utilicen los abonos orgánicos. Por ejemplo, de utilizar una mezcla con 16% de gallinaza o biosólido (en el caso de los tratamientos 4 y 8), el productor ahorraría esta cantidad en la compra de turba.

Se considera que los resultados encontrados son relevantes en lo económico, debido a que la turba es el insumo de mayor costo en la producción de plántula (> 70% del total, sin considerar gastos fijos). Además, el hecho de que la turba es importada y se cotiza en dólares estadounidense, lo hace aún más relevante, esta moneda se ha apreciado recientemente con respecto al peso mexicano de manera significativa (> 50%).

Por su parte, el costo de la gallinaza utilizada de marca Meyfer® comprada

en su lugar de origen (Zuázua, Nuevo León, México), es diez veces menor a la turba. Mientras que el biosólido puede ser obtenido sin costo en algunas plantas de tratamiento de aguas residuales.

Por último, se agrega que el potencial de los biosólidos en la producción de plántulas de hortalizas debe ser más estudiado, así como otros materiales orgánicos (19). Son pocos los ensayos que se han publicado en esta línea de investigación desde Sterrett en 2001, quien trabajó en tomate, repollo, brócoli, berenjena, lechuga y pimiento. Para ello se aconseja ampliamente el tener plena seguridad de que el biosólido posee la calidad especificada por las normas oficiales para uso en la agricultura.

CONCLUSIONES

La gallinaza y el biosólido en mezcla con turba europea (*peat moss*) son una importante alternativa técnica y económica para la producción de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) y calabacita (*Cucurbita pepo* L.).

Con respecto al tratamiento testigo, se destaca la mezcla con 16% de biosólido (Tratamiento número 8) que afectó positivamente en unidades SPAD, diámetro de tallo y área foliar en pepino, mientras que la mezcla con 12% de gallinaza (Tratamiento número 3) aumentó el peso seco de la parte aérea y total ($P \leq 0,05$).

En calabacita, la mezcla con 16% de gallinaza (Tratamiento número 4) incrementó área foliar ($P \leq 0,05$). En las variables de altura, peso seco de raíz y balance de plántula no se encontraron diferencias significativas en ambas especies y mezclas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, E. M.; Sánchez, B. J.; Bañón, A. M. 2008. Auxinas. In: Azcón-Bieto, J; Talón M. 2ª edición. Fundamentos de fisiología vegetal. McGrawHill. p. 396.
2. Diario Oficial de la Federación, 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. Norma de protección ambiental de lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
3. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, 2007. NMX-FF- 109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba. México.
4. Donoso, S.; Peña Rojas, K.; Galdarnes, E.; Pacheco, C.; Espinoza, C; Durán, S.; Gangas, R. 2016. Evaluación de la aplicación de biosólidos en plantaciones de *Eucalyptus globulus*, en Chile central. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 48 (2): 107-119.
5. Escalona, A.; Anzola, J.; Acevedo, I.; Rodríguez, V.; Contreras, J. 2012. Soluble N-P-K fertilization in the production of tomato seedlings. Rev. Fac. Agron. 29: 183-201.
6. Ewulo, B. S.; Ojeniyi, S. O.; Akanni, D. A. 2008. Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. African Journal of Agricultural Research. 3(9): 612-616.
7. Gárate, A.; Bonilla, I. 2008. Nutrición mineral y producción vegetal. In: Azcón-Bieto, J; Talón M. 2ª edición. Fundamentos de fisiología vegetal. McGrawHill. p. 143-144.
8. Hong, Z.; Swee, N. T.; Chee, H. T.; Yan, R. Y.; Liya, G.; Xin, C.; Jean W. , H. Y. 2015. Analysis of phytohormones in vermicompost using a novel combinative sample preparation strategy of ultrasound-assisted extraction and solid-phase extraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Talanta. 139: 189-197.
9. Iglesias J. E.; Pérez, G. V. 1992. Determination of maturity indices for city refuse compost. Agric. Ecosystems Environ. 38: 331-343.
10. Lindsay, C. P.; Metzger, J. M. 2005. Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. Hortscience. 40(7): 2020-2023.
11. Maldonado, J. M. 2008. Asimilación del nitrógeno y del azufre. In: Azcón-Bieto, J; Talón M. 2ª edición. Fundamentos de fisiología vegetal. McGrawHill. p. 296.
12. Mercado L. A.; Rico, G.; Chávez, S.; Lara, H.; Serrano, A. 2014. Evaluation of different concentrations of nitrogen for tomato seedling production (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Universal Journal of Agricultural Research. 2(8): 305-312.
13. Newton, M.; Marchese, A.; Fernandes de Sousa, A. K.; Curti, G.; Fogolari, H.; Dos Santos C. 2013. Uso do software ImageJ na estimativa de área foliar para a cultura do feijão. Interciencia. 18(12): 843-848.
14. Ng'etich, O. K.; Niyokuri, A. N.; Rono, J. J.; Fashaho, A.; Ogweno, J. O. 2013. Effect of different rates of nitrogen fertilizer on the growth and yield of zucchini (*Cucurbita pepo* cv. Diamant L.) Hybrid F1 in Rwandan high altitude zone. Int. J. Agri. CropSci. 5(1): 54-62.
15. Olivares, S. E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL, Versión 1.1. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.
16. Olle, M.; Ngouajio, M.; Siomos, A. 2012. Vegetable quality and productivity as influenced by growing médium: a review. Zemdirbyste=Agriculture. 99(4): 399-408.
17. Prunty, R. M. 2015. Characteristics of good quality transplants. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Available in: <https://pubs.ext.vt.edu/2906/2906-1383/2906-1383.pdf> (Accessed November 2015).
18. Qin, L.; Zhenli, L. H.; Stoffella, P. 2012. Land application of biosolids in the USA: A review. Applied and Environmental Soil Science. Vol. 2012. 11 p.
19. Saucedo Castillo, O.; de Mello Prado, R.; Castellanos González, L.; Ely, N.; Silva Campos, C. N.; Pereira Da Silva, G.; Assis, L. C. 2015. Efecto de la fertilización fosfatada con cachaza sobre la actividad microbiana del suelo y la absorción de fósforo en caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 47(1): 33-42 .

20. Sterrett, S. B. 2001. Composts as horticultural substrates for vegetable transplant production. In *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*. Stoffella, P. J. ; Kahn, B. A. Eds., p. 227-240, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA.
21. Theunissen, J.; Ndakidemi, P. A.; Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *Int. J. Phys. Sci.* 5: 1964-1973.
22. Utria, B. E.; Cabrera, R.; Reynaldo, E.; Morales, G. D.; Fernández, A. M.; Toledo T. E. 2008. Utilización agraria de los biosólidos y su influencia en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 14(01): 33-39.
23. Zhu, J.; Tremblay, N.; Liang, Y. 2012. Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species. *Can. J. Soil Sci.* (2012) 92: 645-648.

AGRADECIMIENTOS

A PROMEP-SEP por su apoyo económico a través de la red de agricultura sostenible del centro y norte de México (ASOCEN), número de convenio PROMEP/103.5/12/2110, UASLP-CA-209; A PROAGUA Potosí por la donación del biosólido y reporte de análisis.