

EFECTO DE DIVERSOS LOMBRIHUMUS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE TRASPLANTES DE HORTALIZAS¹

[EFFECT OF DIFFERENT VERMICOMPOST ON SEED GERMINATION AND TRANSPLANT DEVELOPMENT OF VEGETABLES]

Martina Hilda Gracia Valenzuela, Flor Guadalupe Melendrez Cárdenas, Julio César García Urías, Cinthia Vianey García Madero, Cinthia Yuriana García Cabanillas, Joe Luis Arias-Moscoso[§]

Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY), Av. Tecnológico block 611, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Ciudad Obregón, Sonora, México. Tel. (643)4357100. C.P. 85275. [§]Autor para correspondencia: (jarias.moscoso@itvy.edu.mx).

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar un material orgánico de bajo costo y fácil obtención, que sea un medio ideal para la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny) cuya excreta da origen al lombrihumus, se propuso el uso de subproductos de la crianza de animales de la región, como son el estiércol de cerdo (cerdaza), estiércol de bovino (bovinaza) y estiércol de gallina (gallinaza), los cuales son abundantes y pueden ser utilizados como sustratos en la elaboración de compostas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de tomate, pepino y calabaza, bajo el efecto de lombrihumus obtenido con los diferentes sustratos antes mencionados y la mezcla de bovinaza con gallinaza (mix). Se evaluaron los parámetros de desarrollo de las plántulas, longitud de planta, longitud de raíz, número raíces secundarias, número de hojas verdaderas y el peso de la planta. Los valores más altos fueron obtenidos por el lombrihumus de cerdaza, seguido por el lombrihumus de gallinaza. Las plantas en el sustrato mezcla obtuvieron los valores más bajos en todas las variables.

Palabras clave: cerdaza, efectividad biológica, hortalizas, lombrihumus, lombriz roja.

ABSTRACT

In order to evaluate a low cost and easy to obtain organic material, which is an ideal medium for the California red worm (*Eisenia foetida* Savigny) whose excreta gives rise to the vermicompost, the use of byproducts of animal husbandry in the region was proposed, such as pig manure (sow), bovine manure and chicken manure (poultry manure), which are abundant and can be used as substrates in the compost production. The objective of the present work was to evaluate seed germination and seedling growth of tomato, cucumber and squash, under the effect of vermicompost obtained with the different substrates mentioned above and the mixture of bovine manure with chicken manure (mix). Seedling development parameters, plant length, root length, secondary root number, number of true leaves and the weight of the plant were evaluated. The highest values were obtained by the vermicompost from pig manure, followed by the

¹ Recepción 04-sep-2018
Aceptación 22-oct-2019

vermicompost from chicken manure. The plants which grew in the substrate mix obtained the lowest values in all the characteristics.

Index words: biological effectiveness, pig manure, red worm, vegetables, vermicompost.

INTRODUCCIÓN

El lombrihumus es el resultado de la digestión del alimento proporcionado a la lombriz (Miller y Donahue, 1995) que incorporado al suelo mejora las características físicas y químicas del mismo y ayuda a la nutrición vegetal (Brandy y Well, 2008). Se calcula que el lombrihumus tiene una flora bacteriana de 20,000 millones de bacterias por gramo seco, y un alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, que combinados hacen más asimilables los nutrientes (Aguilera, 2009). La incorporación de éste en los sustratos constituye una fuente de liberación lenta de nutrientes que modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que ha demostrado mejoras significativas en el crecimiento de las plantas (Hidalgo y Harkess, 2002). Mejora la estructura del suelo haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y compactos a los arenosos; mejora la porosidad, permeabilidad y aireación e incrementa la capacidad de retención de humedad (Macz-de la Cruz, 2013).

En las propiedades químicas, por su pH alcalino incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre; fundamentalmente del nitrógeno a través del lento proceso de mineralización (Macz-de la Cruz, 2013). En la parte biológica, la materia orgánica es el sustrato y la fuente de energía que permitirá el incremento y diversificación de la flora microbiana endosimbionte del intestino de la lombriz, estos producen enzimas extracelulares que degradan celulosa y compuestos fenólicos, aumentando la mineralización del carbono y nitrógeno del material ingerido (Edwards *et al.*, 2004; Villegas-Cornelio y Laines-Canepa, 2017).

Las lombrices epigeas se encargan de fraccionar el sustrato orgánico estimulando la actividad microbiana e incrementando la tasa de mineralización, de forma que el residuo orgánico se transforma rápidamente en un segundo sustrato humificado, cuya textura y tamaño de partícula es más fina que el composteo tradicional (Natarjan y Nirmala, 2014; Lim *et al.*, 2014). Entre las pocas especies de lombrices que pueden explotarse en cautividad está la lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny), la cual gracias a sus características morfológicas y fisiológicas le han permitido una alta adaptación, la hacen una excelente fábrica procesadora de todo tipo de materia orgánica en descomposición (Toccalino *et al.*, 2004). Muchos estudios han evaluado el uso de lombrices para la transformación de estiércoles, desechos sólidos y desechos industriales (Natarjan y Nirmala, 2014; Lim, *et al.*, 2014). En el caso de los estiércoles se han realizado estudios con el uso de estiércol de bovino (Castillo *et al.*, 2000; Loh *et al.*, 2005; Villegas-Cornelio y Laines-Canepa, 2017), estiércol de cabra (Doubé *et al.*, 1997; Loh *et al.*, 2005; Rostrán-Molina, *et al.*, 2016;) y cerdo (Domínguez y Edwards, 1997; Aira *et al.*, 2002).

El estiércol de cerdo es un material muy productivo para el crecimiento de lombriz, hay que tener ciertas consideraciones al hacer uso de este material para no provocar la muerte de las lombrices (Rovesti, 2003). El estiércol de bovino es de fácil manejo, debido a su menor compactación y acidificación lo cual ayuda al crecimiento de la lombriz (Morales-Munguía *et al.*, 2009).

El uso óptimo de lombrihumus incrementa la producción y disminuye los costos al reducir la utilización de fertilizantes sintéticos (Natarjan y Nirmala, 2014; Lim, *et al.*, 2014). Márquez-Quiroz *et al.* (2014) compararon la utilización de biosólidos con una mezcla de turba, bocashi y lombrihumus en la fertilización de tomate con buenos rendimientos.

Con base a lo anteriormente mencionado se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro lombrihumus obtenidos con diferentes sustratos (cerdaza, bovinaza, gallinaza y una mezcla de estiércol de bovino y gallinaza) en su efecto sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tres especies hortícolas comerciales, tomate, pepino y calabaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, ubicado en Avenida Tecnológico, Block 611, Bácum, 85275 San Ignacio Río Muerto, Sonora, desde el mes de abril a septiembre del 2016.

Los tratamientos evaluados fueron cuatro sustratos de lombrihumus obtenidos a partir de diferentes materiales: 1) estiércol de cerdo (cerdaza), 2) estiércol de bovino (bovinaza), 3) estiércol de gallina (gallinaza) y, 4) una mezcla de estiércol de bovino y gallinaza (mix). Los sustratos utilizados fueron obtenidos de las mismas instalaciones del Instituto Tecnológico y aplicados como base para el cultivo de hortalizas.

Las plántulas utilizadas fueron, de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad saladette, pepino (*Cucumis sativus*) variedad espada y calabaza (*Cucurbita pepo*) variedad gris, se utilizó semilla con un poder germinativo del 90%, libre de patógenos transmitidos por semilla libre de semilla de maleza.

Elaboración de composta

Cada material a compostear se colocó en un área de aproximadamente 4 m², que en la parte de abajo se colocó un hule para impedir la filtración (Reinés *et al.*, 2004). En el perímetro y dentro de composta se agregó 100% de estiércol (según el tratamiento), 40% restos orgánicos de cocina proveniente de la cafetería y 30% gavilla de trigo para mejorar la relación carbono/nitrógeno (C/N) ideal para comenzar el compostaje es de 30 a 40/1 y al final de 10 a 15/1 (Díaz, 2002). Al material obtenido se le realizó un precompostaje (reposo) por 2-3 semanas antes de colocar las lombrices (López *et al.*, 2003).

El proceso de compostaje requirió de tres meses para poder obtener las propiedades adecuadas para el cultivo. Al cabo de este periodo se obtuvieron aproximadamente unos 20 kg de cada tipo de composta. De cada composta elaborada se tomaron tres muestras de 3 kg, se colocaron en cajones y se colocó en cada cajón 50 lombrices para cada tratamiento durante un periodo de tres meses tiempo en el cual se obtuvo el lombrihumus, para su posterior evaluación en la germinación de las hortalizas.

Germinación de hortalizas

Cada tipo de lombrihumus obtenido fue vaciado en tres charolas de semillero. Cada charola de poliestireno, con dimensiones de 33 cm ancho, 60 cm de longitud, 10 cm de altura, divididas en 128 cavidades de 55 cm³. Se utilizó semilla de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad saladette, pepino (*Cucumis sativus*) variedad espada y calabaza (*Cucurbita pepo*) variedad gris, con un poder germinativo del 90%, libre de patógenos transmitidos por semilla libre de semilla de maleza. El total de cavidades de cada charola se dividieron en tres espacios en donde se ocuparon 40 alveolos por especie.

Las semillas de tomate, pepino y calabaza fueron colocadas en los alveolos de las charolas con los diferentes sustratos sembrándolas a 0.3-0.5 cm de profundidad. Entonces las charolas con sustratos y semillas se colocaron en un invernadero, en donde se les proporcionó un riego al día. Durante un periodo de quince días se evaluó el porcentaje de semillas que germinaron, contando las plántulas emergidas contra las no emergidas, a los 30 días, se realizó la evaluación del vigor.

Evaluación de parámetros físicos de las plántulas

Para la toma de todas las muestras se utilizó el 50% de las plántulas de cada tratamiento, tomando 20 por charola, evaluando el peso total de la plántula, longitud de la plántula, hojas verdaderas, raíces primarias, longitud de raíz principal y raíces secundarias al final de un periodo de 35 días de cultivo, para la determinación del peso total y longitud de la plántula se siguió la metodología propuesta por Leskovar, 2001. Para el análisis de las hojas verdaderas se siguió la metodología propuesta por Castilla 2005. Para el análisis de las raíces primarias, longitud de raíz principal y raíces secundarias al final del periodo se siguió la metodología propuesta por Leskovar en 2001.

Análisis estadístico

Las evaluaciones para cada especie se realizaron como experimentos independientes. En cada experimento la unidad experimental fue un grupo de 20 plantas y se tuvieron tres repeticiones por tratamiento. Cada experimento se estableció de acuerdo a un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y la prueba de Tukey para comparación de medias. Las rutinas de análisis estadístico se realizaron con el paquete estadístico JMP. 9 (Mitchell, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados de los diferentes cultivos realizados con los distintos sustratos propuestos, eligiendo estas especies de las familias Solanaceae y Cucurbitaceae, por ser predominantes en los cultivos hortícolas de la región del Valle del Yaqui. Es importante mencionar que no se realizaron los análisis fisicoquímicos a los distintos lombrihumus obtenidos por lo cual la explicación de los distintos comportamientos está basado en lo encontrado por otros autores.

Germinación en charolas

Los valores de germinación más altos fueron obtenidos en las semillas que se establecieron en el sustrato elaborado con cerdaza siendo el sustrato elaborado con el mix el que obtuvo los valores más bajos para todos los cultivos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de semillas que germinaron en los diversos sustratos.

Sustrato	Tomate (%)	Pepino (%)	Calabaza (%)
Cerdaza	97.9 ± 0.3 ^a	94.8 ± 0.0 ^a	93.7 ± 0.02 ^a
Gallinaza	85.8 ± 0.3 ^b	83.8 ± 0.0 ^b	81.8 ± 0.02 ^b
Bovinaza	83.6 ± 0.3 ^c	81.7 ± 0.0 ^c	79.5 ± 0.02 ^c
Mix	75.3 ± 0.3 ^d	73.8 ± 0.01 ^d	69.6 ± 0.02 ^d

Los valores muestran la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p < 0.05$).

Parámetros físicos de las plántulas

Longitud de planta

Los valores más altos de longitud de planta no mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sustrato de cerdaza y gallinaza en el cultivo de tomate (Cuadro 2), siendo las plantas en el sustrato de cerdaza las que obtuvieron los valores más altos respecto a los demás cultivos. Este comportamiento está relacionado con el contenido de nitrógeno que tiene el lombrihumus de cerdaza y gallinaza, ya que en estudios recientes se reportan valores entre 2.83 y 2.70% respectivamente (Morales-Munguía, 2009). Esta característica del sustrato son algunos de los parámetros determinantes en el desarrollo de cualquier cultivo (García-Arredondo *et al.*, 2015).

Longitud de raíz

El sustrato con cerdaza fue el más apropiado para la germinación de semillas y desarrollo de las plántulas. No hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los sustratos de cerdaza y gallinaza en el cultivo de calabaza (Cuadro 4), este comportamiento relaciona el desarrollo de la longitud de la raíz con la longitud alcanzada por la planta, siendo los mismos sustratos los que obtuvieron los valores más altos en esta evaluación. De nueva cuenta este desarrollo se puede atribuir al contenido más elevado de nitrógeno presente en estos sustratos, además de nitrógeno presente en el sustrato de cerdaza, el pH que tiene es otro factor que favorece el desarrollo de esta hortaliza el cual oscila entre 5.5 y 6.8 (Casanova *et al.*, 2007; Martín *et al.*, 2007; García-Arredondo *et al.*, 2015; Picón., 2013).

Número de raíces secundarias

En general las plantas establecidas en el sustrato elaborado con cerdaza fueron las que obtuvieron los valores más altos, mientras que las plantas en el sustrato con Mix son las que obtuvieron los valores más bajos, independiente del tipo de hortaliza cultivada. El número de raíces no tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los cultivos de tomate y calabaza con sustrato de cerdaza y gallinaza (Cuadros 2 y 4). En el presente trabajo el comportamiento similar de crecimiento de

raíces entre ambos cultivos sugiere que la composición de los sustratos es responsable de los valores obtenidos lo cual puede estar relacionado con el contenido de nitrógeno, carbono orgánico y pH que poseen estos sustratos (Casanova *et al.*, 2007; Morales-Munguía, 2009). Se sabe que el carbono orgánico es responsable del crecimiento de raíces, debido a que este elemento afecta las propiedades químicas físicas y biológicas del suelo, mejorando la absorción de agua, el intercambio catiónico y liberando nutrientes (Martínez *et al.*, 2008).

Número de hojas verdaderas

Los valores obtenidos para las plantas de calabaza (Cuadro 4) establecidas en los distintos sustratos no mostraron diferencias significativas en la cantidad de hojas verdaderas ($p < 0.05$). Por lo cual podemos suponer que la composición química de los sustratos no tuvo efecto en el desarrollo de las hojas para este tipo de hortalizas, durante la etapa de iniciación de las plántulas. El comportamiento fue similar en las plantas de pepino (Cuadro 3) en donde no hubo diferencia significativa entre los sustratos elaborados con cerdaza, gallinaza y bovinaza.

De manera general los valores más altos en los diferentes cultivos de hortalizas fueron obtenidos para el sustrato elaborado con cerdaza, seguido por el sustrato elaborado con gallinaza, hubo una diferencia significativa en comparación con los demás sustratos y lo cual se puede apreciar en la columna del número de hojas en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Tamaño de plántulas de tomate que crecieron en diferentes lombrihumus.

Sustrato	Longitud de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Nº de raíces Secundarias	Nº de hojas verdaderas	Peso de la planta (g)
Cerdaza	20.46±0.03 ^a	6.5 ±0.02 ^a	51.8± 0.08 ^a	4 ±0.01 ^a	1.83± 0.01 ^a
Gallinaza	19.4± 0.04 ^a	5± 0.02 ^b	50.1±0.08 ^a	4 ±0.01 ^a	1.65 ±0.01 ^b
Bovinaza	16.5± 0.04 ^b	4.8 ±0.02 ^{bc}	46 ±0.08 ^b	3 ±0.01 ^b	1.51± 0.01 ^c
Mix	14.4 ±0.03 ^c	4.03± 0.02 ^c	39.6 ±0.08 ^c	2 ±0.01 ^c	1.03 ±0.01 ^d

Los valores muestran la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p < 0.05$).

Cuadro 3. Tamaño de plántulas de pepino que crecieron en diferentes lombrihumus.

Sustrato	Longitud de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Nº de raíces secundarias	Nº de hojas verdaderas	Peso de la planta (g)
Cerdaza	12.8± 0.07 ^a	4.9 ±0.04 ^a	11.6± 0.05 ^a	3.0± 0.01 ^a	1.38± 0.02 ^a
Gallinaza	10.5 ±0.07 ^b	4.6 ±0.04 ^b	9.6 ±0.05 ^b	2.9 ±0.01 ^a	1.32 ±0.02 ^b
Bovinaza	9.5± 0.07 ^c	4.2± 0.04 ^c	9.3± 0.05 ^b	2.8 ±0.01 ^a	1.25± 0.02 ^c
Mix	7.9± 0.07 ^d	3.1 ±0.04 ^d	8.0 ±0.05 ^b	1.9 ±0.01 ^b	1.06± 0.02 ^d

Los valores muestran la media de tres repeticiones ± la desviación estándar. Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $p < 0.05$).

Peso de la planta

A mayor follaje mayor peso de la planta, lo que se traduce en mayor biomasa, al igual que en apartados anteriores los valores más altos para esta evaluación fueron obtenidos en las plantas que estuvieron en el sustrato elaborado a partir de la cerdaza en los diferentes cultivos.

Cuadro 4. Tamaño de plántulas de calabaza que crecieron en diferentes lombrihumus.

Sustrato	Longitud de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Nº de raíces secundarias	Nº de hojas verdaderas	Peso de la planta (g)
Cerdaza	10.8± 0.08 ^a	3 ±0.09 ^a	11.6± 0.07 ^{ab}	2± 0.04 ^a	1.22± 0.02 ^a
Gallinaza	10.1 ±0.07 ^b	2.9± 0.08 ^a	12± 0.07 ^a	2 ±0.04 ^a	1.19± 0.02 ^a
Bovinaza	9.8 ±0.08 ^c	2.6 ±0.09 ^b	9.6± 0.07 ^{bc}	2± 0.03 ^a	1.07± 0.02 ^b
Mix	9± 0.08 ^d	2 ±0.09 ^c	8.6 ±0.07 ^c	2± 0.03 ^a	1.04± 0.02 ^b

Los valores muestran la media de 3 réplicas ± la desviación estándar. Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, p<0.05).

En general, los resultados fueron significativamente superiores con sustrato de cerdaza lo cual se relaciona con sus características químicas y físicas. En estudios recientes se observa que el contenido de nitrógeno y carbón orgánico es mayor en sustratos elaborados a partir de cerdaza seguidos por sustratos de gallinaza y bovinaza (Morales-Munguía, 2009). Sin embargo, la mezcla de bovinaza y gallinaza (Mix) que se evaluó produjo un efecto antagonista y obtuvo los valores más bajos en todas las evaluaciones de los diferentes cultivos. Este comportamiento posiblemente relacionado con las características del lombrihumus, como se sabe el efecto de las lombrices sobre la composta independientemente de la fuente de materia orgánica, es la de alcalinizar la composta para conseguir un humus asimilable (Paco *et al.*, 2011) y al ser de fuentes diferentes la alcalinización que se alcanzó por parte de las lombrices produjo valores insuficientes de pH lo cual se vio reflejado en el poco desarrollo de las plántulas evaluadas con este Mix. Ante esta situación es posible afirmar que las lombrices tuvieron un mejor efecto sobre el sustrato de cerdaza el cual obtuvo las mejores características, lo cual favoreció directamente al desarrollo de las plántulas, al menos en esta etapa de iniciación de cultivo de hortalizas.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio fue posible realizar el cultivo en almácigo de las hortalizas (tomate, pepino y calabaza) establecidas en cuatro diferentes sustratos elaborados a partir de lombrihumus de distintos orígenes. La respuesta de germinación de semillas y el vigor de las plántulas de tomate ocurrió en el sustrato a base de lombrihumus de cerdaza, dando como resultado las mejores plántulas, seguido por el lombrihumus de gallinaza, lombrihumus de bovinaza y mix. El uso del estiércol de cerdo como base para la producción de lombrihumus tuvo un efecto benéfico en las características físicas evaluadas en el cultivo de hortalizas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui por el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aira, M., F. Monroy, J. Domínguez and S. Mato. 2002. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. *European Journal of Soil Biology*. 38: 7-10.
- Aguilera, R.A. 2009. Efecto del extracto del humus de lombriz, *Eisenia foetida*, en el desarrollo de la planta de rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en el control de *Myzus persicae* (Hemíptera: Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidóptera: Noctuidae). El Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 22 p.
- Brandy, N. y R. Well. 2008. The nature and properties of soils, 14th Edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall. 975 p.
- Casanova, F., L. Ramírez, y F. Solorio. 2007. Interacciones radicales en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo. *Avances en Investigación Agropecuaria* 11(3): 41-52.
- Castillo, A., S. Quarín and M. Iglesias. 2000. Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic wastes. *Agricultura Técnica* 60(1): 74-79.
- Castilla, N. 2005. "El medio radicular: suelo y sustratos". En: *Invernaderos de plástico. Tecnología y Manejo*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. pp 255-306.
- Díaz, E. 2002. Guía de Lombricultura una alternativa de producción. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio de Capital de La Rioja, Argentina. 57 p.
- Domínguez, J. and C. A. Edwards. 1997. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil Biology & Biochemistry* 29: 743-746.
- Doube, B., O. Schmidt, K. Killham, and R. Correll. 1997. Influence of mineral soil on the palatability of organic matter for lumbricid earthworms 29(3-4): 569-575.
- Edwards, C., J. Domínguez, and N. Arancon. 2004. The influence of vermicompost on plant growth and pest incidence. pp. 397-420. In: Shakir, S.H y Mikhail, W.Z. *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century*. Self-Publisher. Cairo, Egypt.
- García-Arredondo, I., L. Bañuelos Herrera, J.A. Gonzalez-Fuentes, y B.E. Zamora Martínez. 2015. Relación nitrógeno: potasio en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) tipo zuchinni, cv., meteoro. Tesis de Licenciatura en agronomía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 42 p.
- Gómez, D. y M. Vásquez. 2011. Abonos Orgánicos Serie: Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado. Tegucigalpa, PYMEMURAL y PRONAGRO, Honduras. 27 p.
- Guevara, E., & O. Guenni. 2013. Densidad y longitud de raíces en plantas de *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit. *Multiciencias* 13(4): 372-380.
- Hidalgo, P. & R. Harkess. 2002. Earthworm castings as a substrate amendment for chrysanthemum production. *HortScience* 37(7): 1035-1039.
- Leskovar, D. 2001. Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Texas A. and University. Buenavista Saltillo Coahuila. 18 p.
- Lim, L. S., T. Yeong-Wu, P. Nie-Lim, and K.P. Yee-Shak. 2014. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95: 1143-1156.
- Loh, T., Y. Lee, J. Liang, and D. Tan. 2005. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Bioresource Technology* 96(1): 111-114.

- López, J. M. A., S. M. Hernández y M. P. Elorza. 2003. Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisena andrei* Savigni). *Revista Científica UDO Agrícola* 3(1):12-16.
- Macz-de la Cruz, J. E. 2013. Comparación de Lombrihumus elaborado con estiércol bovino, equino y caprino en términos de rendimiento y contenido de NPK. Tesis de licenciatura en zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. San Carlos, Guatemala. 44 p.
- Martínez, H.E., J.P. Fuentes y H.E. Acevedo. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 8(1): 68-96.
- Martín, G.M., R.A. Rivera y Y. Mujica. 2007. Estimación de la fijación biológica del nitrógeno de la *Canavalia ensiformis* por el método de la diferencia de N total. *Cultivos Tropicales* 28(4): 75-78.
- Márquez-Quiroz, C., P. Cano-Ríos, A. Moreno-Reséndez, U. Figueroa-Viramontes, E. Sánchez-Chávez, E. De la Cruz-Lázaro, y V. Robledo-Torres. 2014. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 110: 3-17.
- Mitchell, K., T. Glover. 2008. *An Introduction to Biostatistics*. Long Grove: Waveland Press.
- Miller, R. and R. Donahue. 1995. *Soils in our environment*. Prentice Hall & Englewood Cliffs, New Jersey, USA. pp 504.
- Morales-Munguía, J.C., M.V. Fernández-Ramírez, A. Montiel-Cota, B.C. Peralta-Beltrán. 2009. Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*). *Biotecnia* 11(1): 19-26.
- Muñoz, F. 2006. Experiencia de producción orgánica con lombrihumus en comunidades atendidas por el programa de desarrollo rural de la UCATSE. pp 111-112. *In*: Varela, G., Garibay, S. y Weidmann, G. 2006. 1er Encuentro Latinoamericano y del Caribe de productoras, productores, experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Managua Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Natarjan, N. and K. S. Nirmala. 2014. The Use of Earthworm *Eudrilus eugeniae* in the Breakdown and Management of Poultry Waste. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 8(9): 40-43.
- Paco, G., M. Loza-Murguía, F. Mamani, and H. Sainz. 2011. Effect of the californian red worm (*Eisenia foetida*) during the composteo and vermicomposteo in properties of the Experimental Station of the Academic Rural Unit Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society* 2(2): 24-39.
- Picón, R. 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, centro universitario de oriente.
- Reinés M. M., C. Rodríguez, E. Vilches, M. García. 2004. Efecto del Alimento en el Desarrollo de las Lombrices de Tierra. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos*. Guadalajara, Jal. Méx.
- Rostrán-Molina, J.L., M.J. Bárcenas, X. Castillo, J.E. Escobar, K. Naruo, T. Tajiri. 2016. *Manual de abonos orgánicos*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – León). León, Nicaragua. 117 p.
- Rovesti, L. 2003. *Lombricultura, Manual Práctico*. Producciones Gráficas Minrex. La Habana, Cuba. 13 p.

- Toccalino, P.A., M.C. Agüero, C.A. Serebrinsky, y J.P. Roux. 2004. Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. Revista electrónica de Veterinaria 15(2): 65-69.
- Vallejo-Cabrera F.A. y E.I. Estrada-Salazar. 2004. Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 345 p
- Villegas-Cornelio, V.M. y J.R. Laines-Canepa. 2017. Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8(2): 393-406.