

ORIGINAL

## Evaluation of vermicompost leachate in the organic fertilization of the chili pepper crop

### Evaluación del lixiviado de vermicompost en la fertilización orgánica del cultivo de ají (*Capsicum chinensis*)

Miguel Arellano Molina<sup>1</sup>, Ana Guillén Durán<sup>1</sup>, Hebandreyna González García<sup>2</sup>  , Carmen Leonor Pineda Ochoa<sup>3</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental Sur Del Lago “Jesús María Semprum”, Departamento de Ingeniería de la Producción Agropecuaria. Santa Bárbara de Zulia, Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Ambientales “José Antonio Cándamo” - CIAM, Corporación Universitaria del Meta (UNIMETA), Villavicencio, Meta, Colombia.

<sup>3</sup>Laboratorio de Análisis Bromatológico y Agropecuario de Pastos y Forrajes, Coord. de Ingeniería de Producción Agropecuaria, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR), Santa Bárbara de Zulia, Santa Bárbara de Zulia, Venezuela.

**Citar como:** Arellano Molina M, Guillén Durán A, González García H, Pineda Ochoa CL. Evaluation of vermicompost leachate in the organic fertilization of the chili pepper crop. Environmental Research and Ecotoxicity. 2025; 4:154. <https://doi.org/10.56294/ere2025154>

Enviado: 20-04-2024

Revisado: 05-09-2024

Aceptado: 14-01-2025

Publicado: 15-01-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Hebandreyna González García 

#### ABSTRACT

The use of vermicompost leachate has a biostimulant effect, due to its high biological quality, as well as being an alternative to increase the nutritional status of plants, which favors the promotion of growth and development in crops. Therefore, the general objective of this research was to evaluate the leachate of vermicompost in the organic fertilization of the chili pepper crop. In this way, the research was framed from a positivist paradigm with a quantitative approach, a level of explanatory research and a methodological design of experimental field. The statistical design was completely randomized which was contemplated by 4 treatments and 12 plants per treatment, these were the following: T0: without fertilization; T1: application of vermicompost leachate at a 25 % dilution; T2: application of vermicompost leachate at 50 % dilution; T3: application of vermicompost leachate at 75 % dilution; the measured variables were: seedling emergency capacity, plant height, number of leaves, leaf diameter, stem diameter and root length. The results showed no statistical differences between the treatments applied for the variables of emergency capacity, growth and development the chili pepper crop; however, an increase of T3 is observed in the variables evaluated compared to the other dosages used.

**Keywords:** Organic Fertilization; Vermicompost Leachate; Chili Pepper Crop.

#### RESUMEN

El uso del lixiviado del vermicompost ejerce un efecto bioestimulante, por su alta calidad biológica además de ser una alternativa para incrementar el estado nutricional de las plantas, lo cual favorece la promoción del crecimiento y desarrollo en cultivos. Por ello, el objetivo general de esta investigación fue evaluar el lixiviado de vermicompost en la fertilización orgánica del cultivo de ají. De esta manera, la investigación estuvo enmarcada desde un paradigma positivista con un enfoque cuantitativo, un nivel de investigación explicativa y un diseño metodológico de campo experimental. El diseño estadístico fue completamente aleatorizado el cual estuvo contemplado por 4 tratamientos y 12 plantas por tratamiento, estos fueron los siguientes: T0: sin fertilización; T1: aplicación del lixiviado de vermicompost en una dilución del 25 %; T2: aplicación del lixiviado de vermicompost en una dilución del 50 %; T3: aplicación del lixiviado de

vermicompost en una dilución del 75 %; las variables medidas fueron: capacidad de emergencia de plántulas, altura de la planta, número de hojas, diámetro de la hoja, diámetro del tallo y longitud de raíz. En los resultados no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados para las variables de capacidad de emergencia, crecimiento y desarrollo del cultivo de ají; sin embargo, se observa un aumento del T3 en las variables evaluadas respecto a las otras dosificaciones utilizadas.

**Palabras clave:** Fertilización Orgánica; Lixiviado de Vermicompost; Cultivo de Ají.

## INTRODUCCIÓN

Se ha considerado el uso del lixiviado del vermicompost como aquel que ejerce un efecto bioestimulante, por su alta calidad biológica además de ser una alternativa para incrementar el estado nutricional de las plantas, lo cual favorece la promoción del crecimiento y desarrollo de raíces sanas y funcionales; y un sinnúmero de beneficios en relación a la fitosanidad de las plantas.<sup>(1,2,3,4,5,6,7)</sup>

Dentro de las plantas olerícolas, el ají es uno de los rubros agrícolas de gran importancia en Venezuela, se indica que es una planta anual que se adapta muy bien a condiciones climáticas de zonas templadas, este cultivo es tolerante a altas temperaturas, sin embargo cuando estas superan los 32 °C puede verse afectado el número de flores, así como su fecundación.<sup>(2,8,9,10,11,12)</sup>

Es importante destacar, que en las primeras etapas del ciclo de vida del ají, se deben otorgar óptimas condiciones para asegurar la vigorosidad de la plántula antes de ser llevada al campo, con la finalidad de que el cultivo alcance un óptimo rendimiento, es por ello que el nivel nutricional el cual puede aportársele debería jugar un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de las mismas, para alcanzar en un menor tiempo los parámetros adecuados en relación a la altura, diámetro del tallo, número de folíolos, entre otros.<sup>(13,14,15,16,17,18,19,20)</sup>

Por tal motivo, esta investigación se basó en la fertilización orgánica de plántulas de ají, en el cual se plantea un diseño experimental completamente al azar con tres (3) repeticiones, constituido por diez (10) unidades experimentales y cuatro (4) tratamientos incluyendo el control. El mencionado ensayo se estableció en condiciones semi controladas, en la finca La Guajira ubicada en el sector Caña Brava, parroquia Rómulo, Betancourt, estado Mérida; para evaluar variables de germinación, crecimiento y desarrollo.

¿El uso del lixiviado de vermicompost presentará un efecto fitotóxico sobre la capacidad de emergencia de las plántulas de ají?

El objetivo de este estudio fue evaluar el lixiviado de vermicompost en la fertilización orgánica del cultivo de ají (*Capsicum chinensis*).

## MÉTODO

Por la naturaleza del estudio ésta se realizó desde un paradigma positivista en un enfoque cuantitativo. En este mismo orden de ideas, Palella y Martins<sup>(17)</sup> definen al positivismo como aquel que percibe la ciencia en un cuerpo sistematizado de información que incluye principios, teorías y normas, lo que convierte la labor del investigador en una acción para descubrir hechos y agregarlos al conjunto de conocimientos existente. Para cumplir con sus propósitos, la ciencia emplea mediciones, especifica condiciones de observación y persigue la generalización.

En lo que respecta al enfoque cuantitativo, Rosario et al.<sup>(3)</sup> hacen referencia a la cuantificación de los fenómenos naturales y sociales, se vale del uso de la estadística para analizar los hechos a investigar y se asume dentro de sí darle preferencia a la experimentación como camino para la obtención de conocimiento.<sup>(21,22,23,24,25)</sup>

### *Tipo y diseño de la investigación*

El presente estudio estuvo enmarcado en una investigación explicativa el cual se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante las relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante prueba de hipótesis.<sup>(4,27,28)</sup>

De la misma manera, el diseño de la investigación fue de campo experimental, en este el investigador se acerca a la fuente de estudio con el propósito de manipular variables (causa) intencionalmente para observar su influencia sobre otras variables (efecto). Para el análisis del mismo se recurre a diferentes pruebas estadísticas.<sup>(3,29,30)</sup>

Para ello se consideró como diseño experimental o diseño estadístico el completamente al azar o completamente aleatorizado, debido a que los tratamientos se ensayaron en condiciones homogéneas del material experimental (unidades experimentales/plantas), y la asignación de los tratamientos a las unidades

experimentales, se realizó en forma aleatoria (aleatorización irrestricta).<sup>(5)</sup> De este modo se contó con cuarenta y ocho (48) unidades experimentales distribuidas en cuatro (4) tratamientos; doce (12) plantas por tratamiento, a saber:

- T0: Sin fertilización.
- T1: Aplicación del lixiviado de vermicompost en una dilución del 25 %.
- T2: Aplicación del lixiviado de vermicompost en una dilución del 50 %.
- T3: Aplicación del lixiviado de vermicompost en una dilución del 75 %.

### **Materiales**

El experimento se realizó en condiciones semi controladas durante la fase de vivero. Para la siembra se recolectó capa vegetal y arena como sustrato (60 % de capa vegetal y 40 % de arena), que luego se paso por un cernidor para tamizarla, inmediatamente se colocó en las bolsas de vivero con capacidad de 500 gramos, las cuales se regaron durante tres (3) ó cuatro (4) días sin sembrar, con la finalidad de eliminar la vegetación espontánea, pasado los cuatro (4) o cinco (5) días, se colocaron tres semillas por bolsa, una vez emergidas se realizó un raleo para seleccionar la plántula más vigorosa; de la misma forma, cada unidad experimental fue fertilizada en correspondencia con los tratamientos descritos anteriormente con una frecuencia mensual, de sesenta (60) ml de dilución por planta. Se aplicó un riego inter diario a capacidad de campo, y el control de arvenses se realizó de forma manual una vez por semana de ser necesario.

Para el estudio se utilizaron los siguientes materiales: sustrato, semillas bolsas de vivero con capacidad de 500 gramos, regadera, asperjadora de mano, vernier, balanza, regla, cámara fotográfica.

### *Semilla*

Fue seleccionada de un fruto de manera artesanal predominando la variedad Chirel, basándose en las características del mismo como son: su tamaño, color y estado físico; asegurando que la semilla se encuentre libre de perforaciones y/o deformaciones. Además, se realizó una selección colocando la simiente en un envase con agua; donde las que flotaron se descartaron, ya que estas se consideran no aptas para la germinación.

### *Imbibición de las semillas*

Una vez seleccionadas las semillas se sometieron a inmersión en agua por 24 horas para evitar la dormancia de la semilla; y posteriormente se realizó la aplicación del fertilizante orgánico.

### *Obtención del lixiviado*

Para la obtención del lixiviado se realizó la recolección durante un mes, del líquido resultante del proceso de lombricompostaje, en el cual se utilizó restos de frutas, hortalizas y estiércol vacuno para la alimentación de las lombrices. El líquido recolectado se sometió a un proceso de maduración colocando una parte de melaza por cada diez (10) partes del lixiviado y luego se oxigenó con una bomba de pecera durante setenta y dos (72) horas.

### **Métodos**

- Prueba de emergencia: este indicador se determinó a través de un conteo semanal de las plántulas emergidas, con la cual se identificó el grado de fitotoxicidad apoyados en el método implementado por Graves et al.<sup>(6,31,32,33)</sup>
- Altura: a partir de la emergencia de las plántulas se tomaron los datos de altura, con una frecuencia semanal, hasta las condiciones óptimas para el trasplante (alcanzar una altura aproximada de doce (12) a quince (15) centímetros, tallo con un grosor de cinco (5) a siete (7) milímetros y de cuatro (4) ó cinco (5) foliolos,<sup>(7,34,35,36)</sup> la medición se realizó mediante una regla graduada que se colocó en posición vertical sobre la superficie del suelo, tomándose como dato el valor que coincida con la yema apical del tallo central.
- Número de hojas: esta variable se comenzó a medir a partir de emisión de la primera hoja verdadera, y con una frecuencia semanal, hasta que la plántula alcanzara una altura aproximada de doce (12) a quince (15) centímetros, tallo con un grosor de cinco (5) a siete (7) milímetros y de cuatro (4) ó cinco (5) foliolos.<sup>(7,37,38,39)</sup>
- Diámetro del tallo: fue medido con un vernier en el punto medio de la altura de la plántula, con una frecuencia semanal, hasta que la plántula alcanzara una altura aproximada de doce (12) a quince (15) centímetros, tallo con un grosor de cinco (5) a siete (7) milímetros y de cuatro (4) ó cinco (5) foliolos.<sup>(7,40,41,42)</sup>
- Diámetro de la hoja: fue medida con una regla graduada en una frecuencia semanal.
- Longitud de la raíz: se determinó a partir de la emisión de la primera hoja verdadera tomando la medida con una regla graduada, desde la base del tallo hasta la cofia. Esta variable fue evaluada con una

frecuencia semanal, en el cual se tomó para ello 2 plántulas semanales.

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo del estudio se aplicó como técnica la observación directa entendiéndose como el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los datos de acuerdo con algún esquema previsto y de acuerdo al problema que se estudia. Según, Yuni et al.<sup>(8,43,44,45)</sup> la observación directa supone que podemos asignar y/o determinar las propiedades y atributos de los fenómenos utilizando directamente los sentidos y apoyándonos en algunos casos en ciertos instrumentos de medición que ofrecen sistemas universales de medida.

De tal forma que los datos fueron recolectados y consecutivamente vaciados en unas planillas de registro (cuadros 1 y 2), el cual permitió recopilar toda la información medida en campo durante la fase experimental.

**Cuadro 1.** Planilla de registro de datos para las variables: plántulas emergidas, altura de plántulas y longitud de la raíz de plántulas de ají (*Capsicum chinensis*), en cuatro diluciones de lixiviado de vermicompost

Tratamiento	Repetición	Plántulas emergidas	Altura de plántulas(cm)	Longitud de la raíz (cm)

**Cuadro 2.** Planilla de registro de datos para las variables: número de hojas, diámetro de la hoja y diámetro del tallo de plántulas de ají (*Capsicum chinensis*), en cuatro diluciones de lixiviado de vermicompost

Tratamiento	Repetición	Número de hojas	Diámetro de la hoja (cm)	Diámetro del tallo (mm)

### Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Una vez obtenidos los resultados de campo se procedió por medio de métodos de exploración descriptiva de los datos a realizar un análisis estadístico univariado de las variables de crecimiento y desarrollo de plántulas de ají, en el cual se determinaron parámetros estadísticos comunes, como lo son: la media y el error estándar, así como también se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey utilizando una probabilidad (<0,05 %), a través del programa Statistix versión 8,0.

## RESULTADOS

En el siguiente cuadro se puede observar que aun cuando no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, el tratamiento que tuvo una capacidad de emergencia de plántulas absoluta en cada una de las repeticiones o unidades experimentales estudiadas fue la dilución con un 75 % del lixiviado de vermicompost, es decir, el tratamiento 3; de la misma forma, los tratamientos 0, 1 y 2, no presentaron emergencia total de las repeticiones consideradas para este estudio, siendo 3, 2 y 1 unidades experimentales o plantas que no emergieron para cada tratamiento, respectivamente.

Por su parte, Solórzano<sup>(9)</sup> manifiesta que aplicaciones de ácidos húmicos producen mayor porcentaje de emergencia de plántulas con 90 %; y diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos aplicados (quitosano y micorrizas con 86,67 y 83,33 %, respectivamente); siendo además superiores al testigo que registro una emergencia de 70 %.

Al mismo tiempo, López Baltazar et al.<sup>(10)</sup> expresaron que el mayor porcentaje de germinación se observó en plantas donde se les aplico turba (T1: 86,5 %), los grupos intermedios estadísticos estuvieron constituidos por vermicomposta junto a la composta de bagazo de maguey mezcalero (T3: 81 %) y composta de bagazo de maguey mezcalero (T4: 79,3 %), sin diferencias entre estos dos últimos pero significativas entre estos tres tratamientos (T1, T3 y T4), respecto al de vermicomposta (T2: 64,2 %). Monge<sup>(11)</sup> indica que un porcentaje alto de germinación (>90 %) es esencial para la obtención de retornos económicos

**Tabla 1.** Capacidad de emergencia de plántulas de ají sometidas a diferentes concentraciones de lixiviado de vermicompost en la finca La Guajira ubicada en el sector Caña Brava, parroquia Rómulo Betancourt, el Vigía, estado Mérida

Tratamientos	Capacidad de emergencia de plántulas de ají	
	Plántulas emergidas	
T0	0,75±0,45 <sup>a</sup>	
T1	0,83±0,38 <sup>a</sup>	
T2	0,91±0,28 <sup>a</sup>	
T3	1,00±0,00 <sup>a</sup>	
C.V	37,88	
Probabilidad	>0,05	

En relación con el crecimiento vegetativo de las plántulas se evidenciaron diferencias estadísticamente no significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos evaluados para las variables de altura de la planta y longitud de raíz, no obstante, se observa una tendencia favorable y en términos absolutos de incremento en ambas variables para el tratamiento tres respecto con las otras diluciones utilizadas (tabla 2). Los resultados para la variable altura de planta fueron similares a los expresados por Santiago et al.<sup>(12)</sup> aplicando doce tratamientos con dosificaciones del lixiviado de lombriz en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) después de los 50 a 60 días de la germinación.

Contrariamente a lo obtenido por Zambrano<sup>(13)</sup> donde indica diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados para la variable altura de la planta manifestando un incremento en aplicaciones de 180 g/planta de vermicompost de estiércol de bovino (T4: VEB 3 t.ha<sup>-1</sup>), siendo la dosis utilizada más baja, en relación con los otros tratamientos (T2: VEB 7 t.ha<sup>-1</sup>, 420 g/planta; T3: VEB 5 t.ha<sup>-1</sup>, 300 g/planta). Asimismo, Jiménez<sup>(14)</sup> mostró mejores resultados (19,18 cm) en plántulas tratadas con una solución nutritiva, respecto a las testigo (9,07 cm); además obtuvo entre 8 y 15 cm de altura en las plántulas donde se les aplicó líquido de lombriz en variedades de *Capsicum annum* L.

Del mismo modo, Moreno et al.<sup>(15)</sup> indicaron que el tratamiento testigo (T5) superaron a los valores obtenidos en los tratamientos que recibieron la incorporación del VC (T1 a T4) para la variable altura de la planta.

Para Trevisan et al.<sup>(16)</sup> el uso de las sustancias húmicas ha tenido reportes ampliamente estudiados del incremento en la longitud del tallo, raíz, hojas, masa fresca y seca, tamaño y calidad de los frutos; así como el aumento de los rendimientos en las cosechas.

**Tabla 2.** Crecimiento vegetativo de plántulas de ají con el uso del lixiviado de vermicompost en la finca La Guajira ubicada en el sector Caña Brava, parroquia Rómulo Betancourt, el Vigía, estado Mérida

Tratamientos	Crecimiento vegetativo de plántulas del cultivo de ají	
	Altura de la planta (cm)	Longitud de raíz (cm)
T0	7,39±0,41 <sup>a</sup>	10,71±0,21 <sup>a</sup>
T1	6,93±0,46 <sup>a</sup>	8,29±0,20 <sup>a</sup>
T2	5,99±0,42 <sup>a</sup>	8,66±0,32 <sup>a</sup>
T3	7,14±0,39 <sup>a</sup>	10,21±0,25 <sup>a</sup>
C.V	61,21	27,03
Probabilidad	>0,05	>0,05

Para el caso de desarrollo de plántulas del cultivo, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos aplicados para cada una de las variables estudiadas (tabla 3). Sin embargo, el número de hojas y diámetro de hoja tienden a ser mejor en el T3, al igual que el T0 con el resto de los tratamientos. El diámetro del tallo, se incrementó igualmente con aplicaciones de diluciones al 75 % del lixiviado del vermicompost. A diferencia de lo expresado por López-Baltazar et al.<sup>(10)</sup>, donde el mayor número de hojas fue obtenido en plantas con sustrato de vermicomposta en chile 'onza' (*Capsicum annum* L.); y de solución nutritiva.<sup>(14)</sup>

Similares resultados fueron señalados por López-Baltazar et al.<sup>(10)</sup> para la variable diámetro del tallo donde no hubo diferencias significativas y los tres sustratos alternativos presentaron en términos absolutos valores más altos (11-16 %) en relación al convencional (turba). Como contraparte Zambrano, 2018 obtiene diferencias significativas en el diámetro del tallo a los 15, 30, 45 y 60 días después de trasplante, entre los tratamientos evaluados (suelo y diferentes dosis por planta de vermicompost de estiércol de bovino) respecto a la fertilización química (NPK, 10 g/planta).

**Tabla 3.** Desarrollo de plántulas de ají fertilizadas con el lixiviado de vermicompost en la finca La Guajira ubicada en el sector Caña Brava, parroquia Rómulo Betancourt, el Vigía, estado Mérida

Tratamientos	Desarrollo de plántulas del cultivo de ají		
	Número de hojas	Diámetro de hoja (cm)	Diámetro del tallo (mm)
T0	8,03±0,44 <sup>a</sup>	34,66±0,68 <sup>a</sup>	2,82±1,66 <sup>a</sup>
T1	6,70±0,46 <sup>a</sup>	25,92±0,72 <sup>a</sup>	2,54±1,81 <sup>a</sup>
T2	6,03±0,43 <sup>a</sup>	26,01±0,69 <sup>a</sup>	2,26±1,66 <sup>a</sup>
T3	7,03±0,39 <sup>a</sup>	32,66±0,65 <sup>a</sup>	2,84±1,61 <sup>a</sup>
C.V	63,01	60,48	64,54
Probabilidad	>0,05	>0,05	>0,05

## CONCLUSIONES

De las diferentes concentraciones del lixiviado aplicadas en el cultivo de ají, se indica que el tratamiento tres (75 % de dilución) favoreció la capacidad de emergencia de plántulas de ají, donde todas las repeticiones utilizadas en el ensayo emergieron. El tratamiento tres (75 % de dilución) aumentó el crecimiento vegetativo de plántulas de ají respecto a las otras concentraciones utilizadas en este estudio. Para el desarrollo de plántulas de ají, podríamos indicar el efecto favorable del tratamiento tres (75 % de dilución) sobre las variables estudiadas al igual que en plantas no fertilizadas.

## RECOMENDACIONES

Utilizar el tratamiento tres en plántulas de ají, puesto que se considera la dilución más completa y efectiva en la capacidad de emergencia de plántulas, crecimiento y desarrollo del cultivo de ají. Se sugiere en próximas investigaciones utilizar diferentes dosis y mezclas con otros fertilizantes orgánicos en plántulas de ají. Extender las evaluaciones a nivel de rendimiento en el cultivo con estas dosis, así como ampliar las concentraciones y el uso de este fertilizante con otros que puedan combinarse, a nivel de campo en el cultivo de ají.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González K, Rodríguez M, Trejo L, Sánchez J, García J. Propiedades químicas de tés de vermicompost. Rev Mex Cienc Agríc. 2013;(Pub Esp 5):901-11.
- Valadez L. \*Producción de hortalizas\*. México: Limusa, S.A.; 1998.
- Rosario M, Camacho C. Apuntes de metodología de la investigación. Santa Bárbara de Zulia, Venezuela: Dirección de Publicaciones UNESUR; 2015.
- Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA). Uso y manejo de abonos orgánicos [Internet]. Fondo de Cooperación Chile-México; 2017 Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290745/Gu\\_a\\_Abonos\\_Org\\_nicos\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290745/Gu_a_Abonos_Org_nicos_.pdf)
- Arias F. El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Episteme; 2012.
- Melo O, López L, Melo S. Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Centro Editorial de la Facultad de Ciencias; 2020.
- Mundarain S, Coa M, Cañizares A. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce. Rev UDO Agrícola. 2005;5(1):62-7.
- Yuni J, Urbano C. \*Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación\*. Argentina: Editorial Brujas; 2014.
- Solórzano A. Efecto de quitosano, hongos micorrízicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo en variedades de pimiento (*Capsicum annum*) [trabajo de grado]. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias; 2019 Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3848>
- Vázquez E, Teutscherová N, Fernández E, Benito M, Masaguer A. La combinación del vermicompostaje y

compostaje mejora las propiedades agronómicas del producto final respecto al solo compostaje de los residuos. En: López R, Cabrera F, editores. \*V Jornadas de la Red Española de Compostaje. Reciclando los residuos para mejorar los suelos y el medioambiente\*. Red Española de Compostaje; 2017. p. 277-81.

11. Monge A. Evaluación del crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate y chile dulce mediante seis sustratos y tres métodos de fertilización [trabajo de grado]. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2007 Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60991235.pdf>

12. Santiago A, Nahuat J. Efecto de la dosificación del lixiviado de lombriz (*Eisenia foetida*) en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) [trabajo de grado]. México: Instituto Tecnológico de la Zona Maya; 2016 Disponible en: [http://www.itzonamaya.edu.mx/web\\_biblio/archivos/res\\_prof/agro/agro-2016-11.pdf](http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/agro/agro-2016-11.pdf)

13. Zambrano J. Efecto del vermicompost sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pimiento (*\*Capsicum annuum\* L.*) bajo sistema protegido [trabajo de grado]. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica; 2018 Disponible en: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/1277/1/EFFECTO%20DEL%20VERMICOMPOST%20SOBRE%20EL%20CRECIMIENTO%20Y%20RENDIMIENTO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PIMIENTO%20%28Capsicum%20annuum%20L.%29%20BAJO%20SISTEMA%20PROTEGIDO.pdf>

14. Jiménez V. Efecto de aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes en 3 genotipos de chile (*Capsicum annuum L.*) a nivel plántula [tesis de grado]. México: Universidad Autónoma Agraria, División de Agronomía; 2010 Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/44832>

15. Moreno A, Rodríguez N, Reyes J, Márquez C, Reyes J. Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. *Rev Fac Cienc Agrar.* 2014;46(2):97-111.

16. Trevisan S, Ornella F, Quaggiotti S, Serenella N. Humic substances biological activity at the plant-soil interface. *Plant Signal Behav.* 2010;5(6):635-43.

17. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Vegetable production training manual. Tainan, Taiwán: AVRDC Publication; 1990.

18. Ansorena J, Batalla E, Merino D. Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos [Internet]. *Insurumen Eta Nekazal Laborategia*; 2014 Disponible en: [https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140711evaluar\\_compost\\_ansorena](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140711evaluar_compost_ansorena)

19. Brukhin V, Morozova N. Plant growth and development - basic knowledge and current views. *Math Model Nat Phenom.* 2011;6(2):1-53.

20. Cajamarca D. Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos [tesis de grado]. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2012 Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>

21. Di Benedetto A, Tognetti J. Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *Rev Investig Agropecu.* 2016;ISSN 1669-2314.

22. Domínguez J, Lazcano C, Brandon M. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. *Acta Zool Mex.* 2012;26(2):359-71.

23. Fontúrbel F, Achá D, Mondaca D. Manual de introducción a la botánica. La Paz, Bolivia: Editorial Publicaciones Integrales; 2007.

24. Fundación de Desarrollo Agropecuario. Cultivo de ají. Boletín N° 20. Santo Domingo, República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario INC; 1989.

25. Garro J. El suelo y los abonos orgánicos. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA); 2016.

26. González-Solano K, Rodríguez-Mendoza M, Sánchez-Escudero J, Trejo-Téllez L, García-Cué J. Uso de té

de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja. *Agro Productividad*. 2018;7(6).

27. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Elaboración de abonos orgánicos [Internet]. 2018 Disponible en: <https://inta.gob.ni/project/elaboracion-de-abonos-organicos/>

28. Larco E. Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y lombricompost para el manejo de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), en plátano [tesis de maestría]. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 2004 Disponible en: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/4776?show=full>

29. López-Baltazar J, Méndez-Matías A, Pliego-Marín L, Aragón-Robles E, Robles-Martínez M. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile ‘onza’ (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Rev Mex Cienc Agríc*. 2013;6:1139-50.

30. Martínez C. Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. Texcoco, México: Lombricultura Técnica Mexicana; 1996.

31. Martínez D, Torres J. Manual teórico: fisiología vegetal [Internet]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología; 2013 Disponible en: [https://www.academia.edu/5198464/BENEMERITA\\_UNIVERSIDAD\\_AUTONOMA\\_DE\\_PUEBLA\\_ESCUELA\\_DE\\_BIOLOGIA\\_MANUAL\\_TE%3%93RICO\\_FISIOLOG%3%8DA\\_VEGETAL](https://www.academia.edu/5198464/BENEMERITA_UNIVERSIDAD_AUTONOMA_DE_PUEBLA_ESCUELA_DE_BIOLOGIA_MANUAL_TE%3%93RICO_FISIOLOG%3%8DA_VEGETAL)

32. Melgar R, Benítez E, Nogales R. Bioconversion of wastes from olive oil industries by vermicomposting process using the epigeic earthworm *Eisenia andrei*. *J Environ Sci Health B*. 2009;44(5):488-95.

33. Mendoza D. Vermicompost y compost de residuos hortícolas como componentes de sustratos para la producción de planta ornamental y aromática [tesis doctoral]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2010 Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/8685?show=full>

34. Mosquera B. Abonos orgánicos: protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos [Internet]. FONAG-USAID; 2010 Disponible en: [https://issuu.com/frederys1712doc/docs/abonos\\_org\\_\\_nicos\\_-\\_protegen\\_el\\_sue](https://issuu.com/frederys1712doc/docs/abonos_org__nicos_-_protegen_el_sue)

35. Martínez D, Torres J. Manual teórico: fisiología vegetal [Internet]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología; 2013 Disponible en: <https://www.academia.edu/5198464/>

36. Murray R, Bojórquez J, Hernández A, Orozco M, García J, Gómez R, et al. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal en Nayarit, México. *Rev Bio-Ciencias*. 2011;1(3):27-35.

37. Nogales R. Vermicompostaje en el reciclado de residuos agroindustriales [Internet]. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo; 2010 Disponible en: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/4.-Rogelio-Nogales.-Vermicompostaje.pdf>

38. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Agricultura orgánica [Internet]. 2015 Disponible en: <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>

39. Organización Mundial de la Salud (OMS). Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura [Internet]. Ginebra: OMS; 1992 Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39175>

40. Palella S, Martins F. Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL); 2017.

41. Pérez-Espinosa A, Camiletti J, Pérez-Murcia M, Agulló E, Andreu J, Bustamante M, et al. Biotransformación de residuos orgánicos de distinta naturaleza combinando compostaje y vermicompostaje. En: López R, Cabrera F, editores. V Jornadas de la Red Española de Compostaje. Red Española de Compostaje; 2017. p. 88-92.

42. Rodríguez P. Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata*). *Ciencia en su PC*. 2017;(2):44-58.

43. Segura J. Introducción al desarrollo: concepto de hormona vegetal. En: Azcón J, Talón M, editores. Fundamento de fisiología vegetal. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana; 2007. p. 349-76.

44. Solomon E, Berg L, Martín D. Biología. México: Cengage Learning; 2014.

45. Torres A, Cué J, Hernández G, Peñarrieta S. Efectos del BIOSTÁN en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris*, genotipo criollo. Rev La Técnica. 2015;15:18-25.

#### **FINANCIACIÓN**

Ninguna.

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

#### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Miguel Arellano Molina, Ana Guillén Durán, Hebandreyna González García, Carmen Leonor Pineda Ochoa.

*Redacción - borrador original:* Miguel Arellano Molina, Ana Guillén Durán, Hebandreyna González García, Carmen Leonor Pineda Ochoa.

*Redacción - revisión y edición:* Miguel Arellano Molina, Ana Guillén Durán, Hebandreyna González García, Carmen Leonor Pineda Ochoa.