

## RESPUESTA DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) ANTE APLICACIONES FOLIARES DE DIFERENTES DOSIS Y FUENTES DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST

Antonio Torres García<sup>1</sup>, Eduardo F. Héctor Ardisana<sup>1</sup>, Osvaldo Fosado Téllez<sup>2</sup>, Jorge L. Cué García<sup>3</sup>, Julio A. Mero Muñoz<sup>1</sup>, Rolando León Aguilar<sup>1</sup> y Soraya Peñarrieta Bravo<sup>1</sup>

### RESUMEN

La búsqueda de alternativas orgánicas que sustituyan a la fertilización química es una tendencia mundial ante la necesidad de obtener productos agrícolas con un menor costo ambiental, línea que se corresponde con el objetivo de esta investigación. Se evaluó el efecto de aplicaciones foliares de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino y caprino sobre el crecimiento, el índice de clorofila y el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Salvador bajo condiciones semiprotegidas. El estudio se ejecutó en el Campo Experimental de la Universidad Técnica de Manabí, ubicado en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, en 2016. El experimento se condujo en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos, consistentes en diluciones 1:10, 1:20 y 1:30 (v/v) de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino y caprino, más un control sin bioproductos. La altura de las plantas, la cantidad de hojas, el índice de clorofila y el rendimiento se incrementaron significativamente con la aplicación de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino y caprino. El rendimiento más alto se alcanzó con el tratamiento 1:30 (v/v) del vermicompost de estiércol caprino, el cual lo incrementó en aproximadamente 4,71 Mg·ha<sup>-1</sup>. Se comprobó la efectividad del vermicompost como fertilizante orgánico.

**Palabras clave adicionales:** Bioestimulantes, bioproductos, estiércol de bovino, estiércol de caprino, fertilizante orgánico

### ABSTRACT

#### Response of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to foliar applications of different doses and sources of leached vermicompost

The search for organic alternatives that replace chemical fertilization is a worldwide trend, given the need to obtain agricultural products with lower environmental costs, a line in which this research is framed. The effect of foliar applications of vermicompost leachates of bovine and goat manure on growth, chlorophyll content and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid Salvador under semi-protected conditions was evaluated. The study was carried out in the Experimental Field of the Universidad Técnica de Manabí, located in the Santa Ana canton, Manabí, Ecuador, in 2016. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications and seven treatments, consisting of 1:10, 1:20 and 1:30 (v/v) dilutions of vermicompost leachate of bovine and goat manure, plus a control without bioproducts. The height of the plants, amount of leaves, chlorophyll index and yield increased significantly with the application of the vermicompost leachate from bovine and goat manure. The highest yield was achieved with the 1:30 (v/v) treatment of leachate from the vermicompost of goat manure, which increased the yield by approximately 4.71 Mg·ha<sup>-1</sup>. The effectiveness of vermicompost as organic fertilizer was proven.

**Additional keywords:** Bio-products, bio-stimulants, cattle manure, goat manure, organic fertilizer

### INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) se cultiva en más de 40 países del mundo (Hulse et al.,

2016) y sus frutos ocupan el segundo puesto en el consumo mundial. Los pimientos son ampliamente utilizados como alimento por proveer vitaminas (A, B y C), nutrientes

Recibido: Septiembre 30, 2018

Aceptado: Junio 12, 2019

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ave. Urbina y Che Guevara. Portoviejo, Ecuador, CP. 130104. e-mail: ktvratgmtg@gmail.com; ehectorardisana@gmail.com (autor de correspondencia); jmero@utm.edu.ec; rolandoleon1959@gmail.com; spenarrieta@utm.edu.ec

<sup>2</sup> Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ave. Urbina y Che Guevara. Portoviejo, Ecuador, CP. 130104. e-mail: osvaldo.fosado@gmail.com

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica del Norte, Ave. 17 de julio 5-21 y Gral. José María Córdova. Ibarra, Ecuador, CP. 100105. e-mail: jlcuegarcia@yahoo.com

minerales, antioxidantes y fibras (Palma et al., 2011; Pandey et al., 2012; Mateos et al., 2013).

En el Ecuador, el pimiento se cultiva en las regiones de la costa y parte de la sierra, especialmente en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja, donde el clima, la altitud y el suelo son favorables (Alemán et al., 2018).

El uso de productos químicos ha tenido un fuerte impacto en la naturaleza, siendo la agricultura moderna una de las actividades que más contribuye al cambio climático; se requieren por tanto, nuevos enfoques para apoyar una agricultura sostenible. Una solución para la transición es el uso de bioestimulantes basados en sustancias húmicas (Canellas et al., 2015).

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, aplicado a las plantas, incrementa la absorción y asimilación de nutrientes, su tolerancia al estrés o mejora sus características agronómicas, independientemente del contenido de nutrientes (Du Jardin, 2015). Joshi et al. (2015) definen al vermicompost como un fertilizante orgánico efectivo y un agente de control biológico para el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las plantas. La bioconversión de residuos orgánicos por lombrices en biofertilizantes mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y hace del vermicompost un excelente fertilizante orgánico, económico y amigable con el ambiente (Karmakar et al., 2013; Moradi et al., 2014; Joshi et al., 2015).

A partir del vermicompost pueden obtenerse lixiviados que se aplican al suelo y a la planta lográndose efectos estimulantes en diversos cultivos como maíz (García et al., 2008), sorgo (Gutiérrez et al., 2008), frijol (Singh et al., 2009) y fresa (Singh et al., 2010). Estos bioestimulantes se han convertido en alternativas efectivas en el sector agrícola por su rol en la seguridad alimentaria y la producción sostenible (Tejada et al., 2008; Bhardwaj et al., 2014; Banu et al., 2017).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la aplicación foliar de lixiviados de vermicompost obtenidos de dos tipos de estiércol (bovino y caprino), sobre variables de crecimiento y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Salvador en

condiciones de cultivo semiprotegido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó en el Campus Experimental “La Teodomira”, ubicado en la parroquia de Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, localizado a 01° 09' S y 80° 21' W, 60 msnm. Los estudios se realizaron en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Salvador, las cuales fueron obtenidas a partir de semillas certificadas, que se sembraron en bandejas de germinación con una mezcla de suelo mineral y residuos vegetales bien descompuestos, en proporción 1:3 (v/v).

A los 25 días se realizó el trasplante al área experimental en un suelo franco arenoso con un sistema de riego localizado, en un marco de plantación de 0,80 x 0,75 m dentro de una casa de cultivo semiprotegido. El diseño experimental fue de bloques aleatorios con cuatro repeticiones y seis tratamientos, cada uno con cuatro hileras de siete plantas. En cada una de las dos hileras centrales se seleccionaron las tres plantas del centro para las mediciones, dejando las restantes plantas como borde. Las propiedades químicas del suelo y de los lixiviados se determinaron en las instalaciones de la Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad de la Agricultura (AGROCALIDAD).

Los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino (LVB) y caprino (LVC) se produjeron en la parroquia de Tosagua, cantón Sucre, provincia de Manabí, y fueron suministrados por el Ministerio de Agricultura de Ecuador. Los lixiviados se usaron individualmente en diluciones de 1:10, 1:20 y 1:30 (v/v) para constituir los siguientes tratamientos: T0 (agua destilada, como control), T1 (LVB 1:10), T2 (LVB 1:20), T3 (LVB 1:30), T4 (LVC 1:10), T5 (LVC 1:20) y T6 (LVC 1:30). Se realizaron cinco aplicaciones foliares en las primeras horas de la mañana (García et al., 2008; Singh et al., 2010), en las fases de crecimiento rápido, floración y fructificación a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante (DDT). Antes de la primera aplicación, se llevó a cabo una prueba de fitotoxicidad en dos plantas por cada dilución y se verificó que no hubo reacción negativa de las

plantas en las 72 horas siguientes.

A los 15, 30 y 45 DDT se evaluaron las variables de altura de planta, número de hojas y el verdor o índice de clorofila (unidades SPAD), utilizando en esta última un medidor Minolta SPAD-502 en tres hojas de cada una de las 24 plantas del tratamiento. Los valores del número de hojas se transformaron en sus raíces cuadradas para cumplir los supuestos del análisis de varianza. Después de 105 días, se determinó el peso de los frutos y a partir de este dato se estimó el rendimiento por hectárea en función del área ocupada por cada planta. Los resultados se analizaron mediante Anova y prueba de medias de Tukey. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el programa SPSS Statistics v. 21.

## RESULTADOS

Como se muestra en el Cuadro 1, el suelo contiene altas cantidades de macroelementos (N, P, K, Ca, Mg) (Bernier, 1999), y valores intermedios de Mn. Las concentraciones de los restantes microelementos estudiados y la materia orgánica son bajas; sin embargo, en general, este suelo se clasifica como apto para uso agrícola según la Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad de la Agricultura (**AGROCALIDAD**).

**Cuadro 1.** Propiedades químicas del suelo utilizado en el experimento

Parámetro	Valor
pH	6,75
Materia orgánica (%)	2,12
Nitrógeno (%)	2,12
Fósforo (mg·kg <sup>-1</sup> )	57,2
Potasio (cmol·kg <sup>-1</sup> )	1,78
Calcio (cmol·kg <sup>-1</sup> )	18,40
Magnesio (cmol·kg <sup>-1</sup> )	4,16
Hierro (ppm)	< 15,0
Manganeso (ppm)	14,56
Cobre (ppm)	1,92
Zinc (ppm)	1,64

En el Cuadro 2 se presenta la composición química de los lixiviados de vermicompost empleados. Puede apreciarse que el lixiviado de vermicompost caprino contiene cantidades ligeramente más altas de nutrientes que el bovino, aunque se infiere que ninguno de los dos puede

aportar cantidades significativas de elementos nutritivos a la planta.

**Cuadro 2.** Composición química de los lixiviados de vermicompost utilizados en el experimento

Parámetro	Bovino (%)	Caprino (%)
N	0,18	0,21
P	0,0015	0,0019
K	0,2780	0,2811
Ca	0,0180	0,0200
Mg	0,0503	0,0522
Fe	0,0003	0,0005
Zn	0,0019	0,0021

A pesar de lo anterior, la aplicación de lixiviados de vermicompost condujo a aumentos sustanciales en los valores de las variables medidas, las cuales se presentan a continuación.

**Altura.** Los efectos más notables sobre esta variable de crecimiento se observaron a los 45 DDT, en cuyo momento la estimulación causada por dos tratamientos con lixiviados de vermicompost bovino (LVB 1:20 y 1:30) y uno con lixiviados de vermicompost caprino (LVC 1:20) provocó diferencias significativas con respecto al control y a otros tratamientos con lixiviados (Cuadro 3). Los resultados muestran que el efecto bioestimulante dependió de la concentración del lixiviado aplicado y su origen.

**Cuadro 3.** Altura (cm) de las plantas de *Capsicum annuum* L. híbrido Salvador en condiciones semiprotegidas con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost

Tratamiento	Momento de la medición		
	15 DDT	30 DDT	45 DDT
T0 (control)	19,81 a	34,49 a	55,08 d
T1 1:10 LVB	20,67 a	33,97 ab	59,00 c
T2 1:20 LVB	21,21a	35,17 a	62,42 a
T3 1:30 LVB	20,59 a	33,57 ab	62,42 a
T4 1:10 LVC	20,61 a	35,70 a	59,67 bc
T5 1:20 LVC	20,17 a	34,30 a	62,00 ab
T6 1:30 LVC	19,76 a	32,18 b	58,08 c

LVB: Lixiviados de estiércol bovino; LVC: Lixiviados de estiércol caprino. DDT: días después del trasplante. Medias con letras distintas difieren según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Número de hojas.** Al igual que para la altura, en la variable número de hojas las diferencias más evidentes entre tratamientos se produjeron a los 45

DDT (Cuadro 4). Todos los tratamientos con lixiviados condujeron a resultados significativamente superiores al control ( $P \leq 0,05$ ). Los

resultados más sobresalientes se obtuvieron con los lixiviados más diluidos del vermicompost caprino (LVC 1:20 y LVC 1:30).

**Cuadro 4.** Número de hojas de las plantas de *Capsicum annuum* L. híbrido Salvador en condiciones semiprotegidas con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost

Tratamiento	Momento de la medición		
	15 DDT	30 DDT	45 DDT
T0 (control)	10,33 a	17,58 ab	32,50 d
T1 1:10 LVB	10,08 a	17,92 a	35,16 c
T2 1:20 LVB	10,25 a	18,33 a	37,91 b
T3 1:30 LVB	9,83 a	17,08 ab	37,33 b
T4 1:10 LVC	9,75 a	16,42 b	38,16 b
T5 1:20 LVC	9,67 a	17,25 ab	42,16 a
T6 1:30 LVC	10,08 a	17,00 ab	40,83 a

LVB: Lixiviados de estiércol bovino; LVC: Lixiviados de estiércol caprino. DDT: días después del trasplante. Medias con letras distintas difieren según la prueba de Tukey ( $\leq 0,05$ )

**Cuadro 5.** Índice de clorofila (unidades SPAD) en las hojas de plantas de *Capsicum annuum* L. híbrido Salvador en condiciones semiprotegidas con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost

Tratamiento	Momento de la medición		
	15 DDT	30 DDT	45 DDT
T0 (control)	36,73 bcd	40,44 a	46,18 c
T1 1:10 LVB	39,63 a	39,62 ab	47,65 ab
T2 1:20 LVB	37,13 bc	38,05 b	46,53 bc
T3 1:30 LVB	35,93 cd	39,28 ab	48,16 a
T4 1:10 LVC	37,73 b	38,52 ab	47,39 abc
T5 1:20 LVC	36,77 bc	38,42 ab	46,59 bc
T6 1:30 LVC	35,12 d	38,27 b	48,07 a

LVB: Lixiviados de estiércol bovino; LVC: Lixiviados de estiércol caprino. DDT: días después del trasplante. Medias con letras distintas difieren según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Índice de clorofila.** El estimado del contenido de clorofila en las hojas de las plantas (Cuadro 5) no siguió un patrón uniforme. Sin embargo, a los 45 DDT dos de los tratamientos con LVB (1:10 y 1:30) y uno con LVC (1:30) superaron al control en el índice de clorofila. De nuevo se manifestó la dependencia del origen y la concentración de los lixiviados en el efecto estimulante.

**Rendimiento estimado.** Tres de los tratamientos con lixiviados de vermicompost superaron significativamente al control (LVB 1:20 y 1:30 y LVC 1:30). Los rendimientos estimados para estos tratamientos representan incrementos cercanos a  $4,12 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (para LVB) y  $4,71 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (para LVC). Los tratamientos restantes que incluían lixiviados de vermicompost produjeron rendimientos similares al control (Cuadro 6).

## DISCUSIÓN

Los incrementos significativos en el crecimiento y el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Salvador, inducidos por los lixiviados de vermicompost procedentes de estiércol bovino y caprino, confirman que estos bioproductos y sus lixiviados constituyen un excelente fertilizante orgánico que ha incrementado el crecimiento y el rendimiento en numerosas especies (Joshi et al., 2015; Esakkiammal et al., 2015). Esto ha sido demostrado también en otras variedades de *Capsicum* por Arancon et al. (2005), De Grazia et al. (2007) y López et al. (2013).

El efecto positivo del estímulo sobre el crecimiento (altura de la planta) corrobora los

resultados encontrados en diferentes especies, incluyendo papaya (Acevedo y Pire, 2004), frijol (Singh y Chauhan, 2009; Torres et al., 2015, 2017), lirio (Ladan Moghadam et al., 2012; Mirakalaei et al., 2013), anís (Darzi et al., 2012) y trigo (Joshi et al., 2013).

**Cuadro 6.** Rendimiento estimado de *Capsicum annuum* L. híbrido Salvador después de 105 días en condiciones semiprotegidas con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost

Tratamiento	Rendimiento (Mg·ha <sup>-1</sup> )
T0 (control)	19,094 c
T1 1:10 LVB	19,924 bc
T2 1:20 LVB	23,218 ab
T3 1:30 LVB	23,201 ab
T4 1:10 LVC	21,562 abc
T5 1:20 LVC	21,795 abc
T6 1:30 LVC	23,812 a

LVB: Lixiviados de estiércol bovino; LVC: Lixiviados de estiércol caprino. DDT: días después del trasplante. Medias con letras distintas difieren según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Todas las dosis de los lixiviados incrementaron la cantidad de hojas de las plantas. En varias especies, el uso de vermicompost solo o combinado ha producido incrementos en esta variable, como en frijol (Singh y Chauhan, 2009), tomate (Meenakumari y Shehkar, 2012), maní (Mycin et al., 2010), guisante (Khan e Ishaq, 2011), *Lilium* (Ladan Moghadam et al., 2012) y lechuga (Papathanasiou et al., 2012).

No fue posible establecer un efecto claramente estimulador sobre el índice de clorofila de los bioestimulantes ensayados, aunque a los 45 DDT los mayores valores se obtuvieron en plantas tratadas. En otras especies se han encontrado comportamientos favorables, como en lechuga (Papathanasiou et al., 2012), arroz (Calderín et al., 2012), maíz (Martínez et al., 2012), lirio (Mirakalaei et al., 2013) y frijol (Torres et al., 2017).

El rendimiento se incrementó por la influencia de tres de los tratamientos empleados. En otros estudios se han evidenciado resultados comparativos en cultivo de banano (Cabañas et al., 2005), maní (Mycin et al., 2010), anís (Darzi et al., 2012), lechuga (Papathanasiou et al., 2012) y trigo (Joshi et al., 2013), así como en otras especies de *Capsicum* (Arancon et al., 2005; De

Grazia et al., 2007; López et al., 2013).

Integralmente, el tratamiento con lixiviados de vermicompost de caprino (con dilución 1:30) condujo a los mayores resultados, sobrepasando significativamente al control en todas las variables evaluadas. Los tratamientos con lixiviados de bovino (diluciones 1:20 y 1:30) fueron también superiores al control en tres de las variables medidas (altura de la planta, número de hojas y rendimiento). Esta acción estimulante no puede explicarse sobre la base de la composición nutrimental de los bioproductos que, como se observa en el Cuadro 2, son deficientes en ambas fuentes. Los efectos benéficos se atribuyen al hecho de que el vermicompost y sus derivados contienen aminoácidos, vitaminas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y sustancias reguladoras del crecimiento (Aremu et al., 2015; Esakkiammal et al., 2015). En general, hubo bastante similitud en las respuestas a los dos tipos de vermicompost aunque se notó cierta superioridad del lixiviado de caprino en el número de hojas y el rendimiento, corroborando lo señalado por Cardoso et al. (2006) y Roberts et al. (2007) con respecto a la influencia del origen del vermicompost.

La capacidad que poseen los materiales vermicompostados de liberar lentamente nutrientes cuando son aplicados al suelo, de forma que sean accesibles a las plantas cuando éstas los necesitan, ha sido señalada por Arancon et al. (2006) y Kwon et al. (2009). Sin embargo, no se conoce exactamente el mecanismo de acción cuando los lixiviados de vermicompost se aplican al follaje. Podría, tal vez, atribuirse a la presencia de reguladores del crecimiento (Aremu et al., 2015) y de bacterias fijadoras de nitrógeno (Esakkiammal et al., 2015) en los mencionados bioproductos.

El hecho de que en nuestro ensayo los efectos más notables se hayan observado a partir de 45 días después del trasplante, luego de cuatro aplicaciones, parece indicar que se requieren varias aspersiones foliares para lograr resultados útiles (Singh et al., 2010) y sugiere la necesidad de ampliar las investigaciones sobre ese tema en ésta y otras especies afines.

## CONCLUSIONES

Los lixiviados de vermicompost incrementaron significativamente la altura de las plantas, la

cantidad de hojas, el índice de clorofila y el rendimiento de plantas de pimiento híbrido Salvador en condiciones semiprotegidas.

Los incrementos fueron dependientes de la dosis y, parcialmente, de la fuente de origen del vermicompost (bovino o caprino). El rendimiento más alto con respecto al control se alcanzó con el lixiviado más diluido de vermicompost caprino (1:30 v/v) que lo superó también en las restantes variables evaluadas.

### LITERATURA CITADA

1. Acevedo, I. y R. Pire. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (*Carica papaya* L.). *Interciencia* 29(5): 274-279.
2. Alemán, R.D., J. Domínguez, Y. Rodríguez, S. Soria, R. Torres, J. C. Vargas et al. 2018. Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Revista Centro Agrícola* 45(1): 14-23.
3. Arancon, N.Q., C.A. Edwards y P. Bierman. 2006. Influences of vermicompost on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Biores. Technol.* 97: 831-840.
4. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, P. Bierman, J. D. Metzger y C. Lucht. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia* 49(4): 297-306.
5. Aremu, A.O., W.A. Stirk, M.G. Kulkarni, D. Tarkowská, V. Turečková, J. Gruz et al. 2015. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant Growth Regul.* 75: 483-492.
6. Banu, R., J. Shroff y S. Shah. 2017. Effect of sources and levels of sulphur and bio-fertilizer on growth, yield and quality of summer groundnut. *Int. J. Agric. Sci.* 13(1): 67-70.
7. Bernier-Villarreal, R. 1999. Análisis de suelo. Metodología e interpretación. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), CRI Remehue. Osorno, Chile. Serie Actas N° 2. 12 p. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25011.pdf> (consulta del 04-03-2019).
8. Bhardwaj, D., M. Wahid-Ansari, R. Kumar-Sahoo y N. Tuteja. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microb. Cell Fact.* 13(66): 1-10.
9. Cabañas, M., A. Torres, B. Díaz, E. Héctor y Y. Cremé. 2005. Influence of three bioproducts of organic origin on the production of two banana clones (*Musa* spp AAB.) obtained by tissue cultures. *Alimentaria* 369: 111-116.
10. Calderín, A., R.L. Louro-Berbara, L. Portuondo, F. Guridi, O.L. Hernández, R. Hernández y R.N. Castro. 2012. Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. *Afr. J. Biotechnol.* 11(13): 3125-3134.
11. Canellas, P., F. Olivares, O. Aguiar, D. Jones, A. Nebbioso, P. Mazzei y A. Piccolo. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scien. Horticult.* 196: 15-27.
12. Cardoso, M. R., L. P. Canellas, A. Rocha, D. B. Zandonadi, J.G.M. Guerra, D. Lopes de Almeida y G. de Araújo. 2006. Improving lettuce seedling root growth and ATP hydrolysis with humates from Vermicompost. II- Effect of Vermicompost source. *Rev. Brasil. de Ciência do Solo* 30(4): 657-664.
13. Darzi, M. T., S. Haj, M. R. Hadi, y F. Rejali. 2012. Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). *J. Med. Plants Res.* 6(2): 215-219.
14. De Grazia, J., P. A. Tittone y A. Chiesa. 2007. Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). *Cienc. Inv. Agr.* 34(3): 195-204.
15. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scien. Horticult.* 196: 3-14.
16. Esakkiammal, B., L. Lakshmi y S. Sornalatha. 2015. Studies on the combined effect of vermicompost and vermish wash prepared from organic wastes by earthworms on the growth and yield parameters of

- Dolichous lab lab*. Asian J. Pharm. Sci. & Technol. 5(4): 246-252.
17. García, R.C., L. Dendooven y F.A. Gutiérrez. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (*Zea mays* L.) forage production. Asian J. Plant Sci. 7(4): 360-367.
  18. Gutiérrez-Miceli, F.A., R.C. García-Gómez, R. Rincón-Rosales, M. Abud-Archila, M.A. Oliva-Llaven, M.J. Guillen-Cruz y L. Dendooven. 2008. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. Biores. Technol. 99(14): 6174-6180.
  19. Hulse-Kemp, A.M., H. Ashra, J. Plieske, J. Lemm, K. Stoffel, T. Hill et al. 2016. A HapMap leads to a *Capsicum annuum* SNP Infinium array: a new tool for pepper breeding. Hort. Res. 3: 16036.
  20. Joshi, R., A. P. Vig y J. Singh. 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. Int. J. Recycl. Org. Waste Agric. 2: 16.
  21. Joshi, R., J. Singh y A.P. Vig. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 14(1): 137-159.
  22. Karmakar, S., K. Brahmachari y A. Gangopadhyay. 2013. Studies on agricultural waste management through preparation and utilization of organic manures for maintaining soil quality. Afr. J. Agric. Res. 8(48): 6351-6358.
  23. Khan, A. y F. Ishaq. 2011. Chemical nutrient analysis of different composts (vermicompost and pit compost) and their effect on growth of a vegetative crop *Pisum sativum*. Asian J. Plant Sci. Res. 1(1): 116-130.
  24. Kwon, Y.T., C.W. Lee y J.H. Yun. 2009. Development of vermicast from sludge and powdered oyster shell. J. Cleaner Prod. 17(7): 708-711.
  25. Ladan-Moghadam, A. R., Z. Oraghi-Ardebili y F. Saidi. 2012. Vermicompost induced changes in growth and development of *Lilium Asiatic* hybrid var. Navona. Afr. J. Agric. Res. 7(17): 2609-2621.
  26. López-Baltazar, J., A. Méndez-Matías, L. Pliego-Marín, E. Aragón-Robles y M.L. Robles-Martínez. 2013. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de Chile "onza" (*Capsicum annuum*) en invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. 6: 1139-1150.
  27. Martínez, D., R. Huelva, L. Portuondo y F. Guridi. 2012. Evaluación del efecto protector de las sustancias húmicas líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. Revista Centro Agrícola 39(1): 29-32.
  28. Mateos, R.M., A. Jiménez, P. Román, F. Romojaro, S. Bacarizo, M. Leterrier et al. 2013. Antioxidant systems from pepper (*Capsicum annuum* L.): involvement in the response to temperature changes in ripe fruits. Int. J. Mol. Sci. 14: 9556-9580.
  29. Meenakumari, T. y M. Shehkar. 2012. Vermicompost and other fertilizers effects on growth, yield and nutritional status of tomato (*Lycopersicon esculentum*) plant. World Res. J. Agric. Biotechnol. 1(1): 14-16.
  30. Mirakalaei, S.M.M., Z.O. Ardebili y M. Mostafavi. 2013. The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (*Lilium longiflorum*). Int. Res. J. Appl. Basic Sci. 4(1): 181-186.
  31. Moradi, H., M. Fahramand, A. Sobhkhizi, M. Adibian, M. Noori, A. Abdollahi y K. Rig. 2014. Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. Int. J. Farm. All. Sci. 3(3): 333-338.
  32. Mycin, T.R., M. Lenin, G. Selvakumar y R. Thangadurai. 2010. Growth and nutrient content variation of groundnut *Arachis hypogaea* L. under vermicompost application. J. Exp. Sci. 1(8): 12-16.
  33. Palma, J.M., A. Jiménez, F.J. Corpas, R.M. Mateos, M.C. Martí, F. Sevilla y L.A. del Río. 2011. Role of ascorbate on the fruit physiology of pepper (*Capsicum annuum* L.). Funct. Plant Sci. Biotech. 5: 56-61.
  34. Pandey, S.K., S.K. Yadav y V.K. Singh. 2012. An overview on *Capsicum annuum* L. J. Pharm. Sci. & Technol. 4(2): 821-828.
  35. Papathanasiou, F., I. Papadopoulos, I. Tsakiris y E. Tamoutsidis. 2012. Vermicompost as a



- soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. Food Agric. Environ. 10: 677-682.
36. Roberts, P., D.L. Jones y G. Edwards-Jones. 2007. Yield and vitamin C content of tomatoes grown in vermicomposted wastes. J. Sci. Food & Agric. 87(10): 1957-1963.
37. Singh, N.I. y J.S. Chauhan. 2009. Response of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to organic manures and inorganic fertilizer on growth and yield parameters under irrigated condition. Nat. Sci. 7(5): 52-54.
38. Singh, R., R.K. Gupta, R.T. Patil, R.R. Sharma, R. Asrey, A. Kumar y K.K. Jangra. 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Scien. Horticult. 124: 34-39.
39. Tejada, M., J. González, M. Hernández y C. García. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Biores. Technol. 99(14): 6228-6232.
40. Torres, A., J.L. Cué, G. Hernández y S. Peñarrieta. 2015. Efectos del Biostan en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris* L., genotipo criollo. Rev. La Técnica 15: 18-25.
41. Torres, A., E. Héctor, G. Hernández y O. Fosado. 2017. Efectos del Biostan en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. Rev. La Técnica 18: 25-35.