

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes

The organic fertilizers in pepper (*Capsicum annuum* L.) and the impact on yield and its components

Juan José Reyes Pérez^{1,2}, Ricardo Augusto Luna Murillo¹, Mariana del Rocío Reyes Bermeo², Darwin Zambrano Burgos¹ y Vicente Francisco Vázquez Morán¹

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador. CP 050202

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1.5 vía a Santo Domingo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador. CP 120501

E- mail: jjreyesp1981@gmail.com

RESUMEN

El uso de abonos orgánicos en la fertilización de los cultivos es una alternativa a los problemas que ha generado el empleo intensivo de fertilizantes químicos. El objetivo de esta investigación fue comparar la aplicación al suelo de abonos orgánicos respecto a un tratamiento estándar con fertilización química convencional, en cuanto al rendimiento y los componentes de este en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). Los tratamientos consistieron en la incorporación al suelo de humus de lombriz, compost de jacinto de agua y la combinación 50 % humus de lombriz + 50 % jacinto de agua, a los 10 y 25 días después del trasplante de plántulas de pimiento de 45 días de edad. Se evaluó el número de frutos por cosecha, el largo, diámetro y peso de los frutos en cuatro cosechas, además del rendimiento por unidad de superficie. Los resultados mostraron que las plantas que se suplementaron con humus de lombriz, y las que recibieron Humus de lombriz + Jacinto de agua tuvieron respuestas significativamente mejores que el tratamiento control, respecto al largo, diámetro y peso de los frutos.

Palabras clave: compost, *Eichornia crassipes*, hortaliza, humus, jacinto de agua, rendimiento

ABSTRACT

The use of organic fertilizers in the fertilization of crops is an alternative to the problems generated by the intensive use of chemical fertilizers. The objective of this research was to evaluate the application to soil of organics fertilizers compared with a control treatment with chemical fertilization on the yield and its components in pepper (*Capsicum annuum* L.). Treatments consisted in to apply worm humus, water hyacinth compost, a mixture with 50 % worm humus and 50 % of water hyacinth compost, and a chemical control. It was evaluated fruits quantity per harvest, fruit length, diameter and fruit weight per harvest and yield. Results showed that the plants that were supplemented with worm humus, followed by worm humus + water hyacinth they had significantly better response with respect to the length, diameter and weight of the fruits.

Keywords: compost, *Eichornia crassipes*, vegetable, humus, water hyacinth, yield

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas más apreciadas y demandas por los consumidores. A nivel mundial se producen 31 167 millones de kilogramos de pimiento, cultivados sobre 1 914 685 hectáreas. En el caso específico del Ecuador se producen 5 500 t en 1 700 ha sembradas (FAO, 2012).

Sin embargo, la mayor parte de esta producción se obtiene bajo un modelo de agricultura intensiva, donde se hacen aplicaciones excesivas de fertilizantes químicos que aún se incrementan en todo el mundo, incluida la región de América Latina (Reyes y Cortés, 2017).

Los recientes descubrimientos acerca de los daños a la salud humana y al medioambiente que genera este modelo, se destaca la pérdida de la fertilidad de los suelos (Villarreal *et al.*, 2012) y la contaminación de cuerpos de agua, que además de afectar los organismos acuáticos, favorece la proliferación de especies vegetales invasoras macrofitas como el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) que agravan esta situación (FAO, 2011). Estos hechos han provocado la adopción de modelos más sostenibles como el de la agricultura orgánica.

Las prácticas de la agricultura orgánica incluyen la rotación de cultivo, el uso de microorganismos benéficos y controles biológicos, además del uso de sustancias de origen natural que estimulan el rendimiento y mecanismos de defensa en las plantas (Paz-Lago *et al.*, 2000), así como de abonos orgánicos, entre otras.

Dentro de los abonos orgánicos más empleados se encuentra el humus de lombriz que ha demostrado ser un estimulante del rendimiento en una gran variedad de cultivos incluidas las hortalizas. También mejora la fertilidad natural de los suelos incluso aunque estén afectados por la salinidad (Mogollón *et al.*, 2016). Adicionalmente incide favorablemente en el

aumento de la microbiota del suelo, además de aportar sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, como fitohormonas (Borges *et al.*, 2014).

También otros abonos orgánicos como el compost de la biomasa de Jacinto de río ha ganado la atención de muchos especialistas ya que esta es una especie invasora altamente productiva que frecuentemente demanda el control de sus poblaciones en los espejos de agua pues agota el oxígeno y los nutrientes (Jafari, 2010) y la posibilidad de convertir la biomasa extraída, en un producto útil que aporte nutrientes, compensa muy favorablemente los gastos de su control (Mashavira *et al.*, 2015; Tyagia and Argawak, 2017).

Teniendo en cuenta la situación anteriormente planteada, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación al suelo de los abonos orgánicos, humus de lombriz, compost de jacinto de agua y la combinación 50 % humus de lombriz + 50 % jacinto de agua respecto a un testigo (control) con fertilización química convencional sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del pimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, provincia de Cotopaxi ubicada en la Latitud S0° 56' 27" y Longitud W 79° 13' 25", Ecuador.

El Centro Experimental “La Playita” presenta las condiciones meteorológicas medias que se detallan en la Tabla 1.

Los análisis de fertilidad de suelo y de la composición química de los abonos orgánicos empleados se realizaron en el Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas de la Estación Experimental Tropical “Pichilingue”.

Tabla 1. Variables meteorológicas promedios del Centro Experimental “La Playita”

Parámetros	Promedios
Temperatura, máxima °C	23,0
Temperatura, mínima °C	17,0
Humedad Relativa, %	86,8
Heliofanía, horas/luz/año	735,7
Precipitación, mm/año	3029,3

Fuente: Hacienda San Juan, 2012

Los resultados del análisis químico del suelo usado en la investigación se muestran en el Tabla 2.

El suelo tuvo un pH ácido, aunque según su composición puede considerarse de fertilidad media a alto por sus niveles de nitrógeno, fósforo y el contenido de bases. Sin embargo, sus niveles de potasio fueron bajos para este macronutriente tan importante, lo que puede incidir en el normal desarrollo del cultivo.

Para el montaje de la investigación, la preparación del suelo se realizó de forma manual con un azadón, hasta dejar el suelo suelto y mullido. El material vegetal utilizado fue plántulas de pimiento de la variedad California con 45 días de edad, sembradas en bandejas que contenía sustrato comercial. El trasplante del pimiento se realizó de forma manual, en parcelas de 3,6 m de largo y 2 m de ancho, colocando una plántula por sitio a una distancia de 0,40 por 0,30 m. La colocación de los tutores se realizó a los 40 días del trasplante.

Se utilizaron como tratamientos tres variantes de fertilizantes orgánicos: humus de lombriz, compost de Jacinto de agua y la combinación 50 % humus de lombriz + 50 % Jacinto de

agua, más un control (testigo con fertilización química) según el instructivo técnico del cultivo del pimiento. Los fertilizantes orgánicos se compraron y aplicaron a razón de 5 kg m⁻² a los 10 y 25 días después del trasplante. Se estableció un régimen de riego diario después del trasplante.

Para la evaluación de los componentes del rendimiento se evaluaron diez plantas seleccionadas al azar por réplica de cada tratamiento. Fueron evaluadas los componentes del rendimiento: número de frutos por cosecha, evaluado cuando el 50 % de los frutos estaban recién formados (cuajados), largo del fruto (cm) medido con una cinta milimetrada, diámetro del fruto (cm) medido con un pie del rey y peso de los frutos (g) por cosechas, además del rendimiento agrícola (t ha⁻¹).

El diseño experimental empleado fue bloques completamente al azar con cuatro réplicas por tratamiento. Una parcela constituyó una réplica de 27 plantas por parcela. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y las medias se compararon por la Prueba de Tukey (P≤0,05). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft Inc., 2011).

Tabla 2. Análisis químico del suelo utilizado en la investigación

pH	N	P	M.O. (%)	Ca (mg)	K (mg)	Ca + Mg /K	Σ Bases (meq/100 ml)
5,1 ácido	21 M ¹	26 A	5 M	5,4 M	5,50 B	35,50	7,30

¹Letras mayúsculas representa niveles de abundancia de los elementos: A- alto; M-medio; B-bajo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de los abonos orgánicos (Tabla 3) refleja que el humus de lombriz tiene mayores concentraciones en la mayoría de los elementos analizados respecto al compost de Jacinto de agua. Sin embargo, debe destacarse el contenido de azufre en el Jacinto de agua que no se encontró en el humus de lombriz y la mayor concentración de hierro y manganeso en el compost de Jacinto de agua.

En el número de frutos de pimientos por cosecha, el tratamiento con humus de lombriz tuvo valores superiores respecto al control y al resto de los tratamientos excepto con el Jacinto de agua (Tabla 4).

Este resultado puede atribuirse a que los abonos orgánicos, en especial vermicompost, aportan microelementos y sustancias activas, tales como fitohormonas que pueden estimular la producción y el cuajado de los frutos en las plantas (Yang *et al.*, 2004).

En el caso del Jacinto de agua se ha demostrado que es capaz de acumular elementos metálicos y no metálicos en sus tejidos (Saleh, 2016). En ese sentido, la presencia de algunos de estos elementos y en especial de azufre que fue detectado en este material, pudiera explicar los resultados obtenidos.

En cuanto al componente del rendimiento largo del fruto, el tratamiento con humus de lombriz obtuvo el mayor promedio (6,47 cm)

Tabla 3. Composición mineral de los abonos orgánicos

Parámetros	Abonos	
	Humus de lombriz	Jacinto de agua
Concentración %		
Nitrógeno	1,7	1,2
Fósforo	0,45	0,06
Potasio	0,85	0,16
Calcio	1,5	1,18
Magnesio	0,70	0,22
Azufre		0,28
Ppm		
Boro	18	10
Zinc	85	61
Cobre	35	19
Hierro	1155	1193
Manganeso	390	545

Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas Estación Experimental Tropical Pichilingue

Tabla 4. Número de frutos de pimiento por cosecha

Tratamientos	Número de frutos x cosecha							
	1ra	2 da	3ra	4ta	1ra	2 da	3ra	4ta
Humus de lombriz	2,09	a	2,17	a	3,33	a	2,02	a
Jacinto de agua	1,83	ab	2,00	a	2,09	bc	1,18	b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	1,33	b	1,50	b	2,98	b	2,33	a
Tratamiento control	1,63	b	1,25	b	2,05	c	1,33	b
C.V. (%)	33,67		33,65		27,91		14,62	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

a partir de la primera cosecha con diferencias estadísticas respecto al resto de las variantes de fertilización (Tabla 5).

Al evaluar la segunda cosecha también se repitió la tendencia, así como en la cuarta, con diferencias estadísticas entre los tratamientos. El largo del fruto es un importante indicador en el cultivo de pimiento que demandan los consumidores y permite una mejor venta de las producciones. Los resultados encontrados

pueden atribuirse a la capacidad “quelatante” de los ácidos húmicos, los cuales al penetrar la membrana plasmática ejercen un efecto sobre el metabolismo de las plantas y por tanto, posibilita un aumento de la entrada en la planta de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y otros microelementos presentes en el medio nutritivo del suelo, lo cual estimula el crecimiento, desarrollo y rendimiento (Arteaga *et al.*, 2006) Además de los aportes en

Tabla 5. Largo de frutos de pimiento por cosecha (cm)

Tratamientos	Largo de frutos (cm) x cosecha							
	1ra		2 da		3ra		4ta	
Humus de lombriz	6,47	a	6,27	a	4,80	c	5,32	a
Jacinto de agua	5,39	ab	5,00	b	4,90	c	4,77	b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	4,83	b	5,76	ab	5,41	b	5,01	b
Tratamiento control	4,35	c	5,06	b	6,36	a	5,14	b
C.V. (%)	13,55		15,73		23,65		18,26	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

macronutrientes, el humus de lombriz también aporta sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal que favorecen un buen desarrollo de los frutos (Arteaga *et al.*, 2006).

Por su parte, para el diámetro de los frutos existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Tabla 6). El mayor diámetro se alcanza con el tratamiento humus de lombriz desde la primera cosecha, lo que se suma al largo de los frutos. El tratamiento humus de lombriz + Jacinto de Agua también muestra mejores resultados que el control. Según Hang *et al.* (2015) se ha demostrado que la aplicación de compost incrementa la respiración microbiana y la disposición de nutrientes en los suelos para las plantas, lo que puede explicar los resultados. Adicionalmente, eso implica que en menor tiempo a partir de la primera cosecha se obtienen frutos de pimientos más grandes lo cual influye directamente en su mejor comercialización.

Al analizar el peso de los frutos se encontraron diferencias entre los tratamientos (Tabla 7).

Atendiendo a los valores obtenidos en las variables largo y diámetro de los frutos se aprecia una clara respuesta de los frutos en los tratamientos con abonos orgánicos. La obtención

de los mayores pesos de frutos con el uso de abonos orgánicos concuerda con lo publicado por Márquez *et al.* (2013) para la variedad de Chile piquín aunque en condiciones controladas. Ese aumento de peso implica mayor producción en menor tiempo lo que por supuesto tiene importantes repercusiones comerciales. También se reflejan diferencias estadísticas entre los tratamientos en el rendimiento de frutos ($t \text{ ha}^{-1}$) (Tabla 8).

Los tratamientos con abonos orgánicos como humus de lombriz y la combinación humus de lombriz + Jacinto de agua mostraron el mejor comportamiento con diferencias significativas con el control y al compost de Jacinto de agua. A pesar que el tratamiento con Jacinto de agua y el control no tuvieron diferencias significativas respecto al control, el valor numérico de la media fue superior, por lo que se puede establecer una tendencia clara de que la aplicación de los abonos orgánicos mejoró el rendimiento de pimiento. Como se ha discutido anteriormente estas respuestas se relacionan con el aporte de nutrientes y sustancias activas que hacen estos abonos orgánicos al desarrollo vegetal (Arteaga *et al.*, 2006; Mashavira *et al.*, 2015).

Tabla 6. Diámetro de frutos (cm) de pimiento por cosecha

Tratamientos	Diámetro de frutos x cosecha							
	1ra		2 da		3ra		4ta	
Humus de lombriz	11,78	a	10,24	a	13,97	a	8,56	a
Jacinto de agua	10,67	b	8,00	c	10,81	b	7,47	bc
Humus de lombriz + Jacinto de agua	9,75	c	9,67	b	9,65	c	7,98	ab
Tratamiento control	9,25	c	8,87	b	8,70	d	6,10	c
C.V. (%)	10,80		15,73		12,63		20,11	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

Tabla 7. Peso del fruto (g) de pimiento por cosecha

Tratamientos	Peso de frutos x cosecha							
	1ra		2 da		3ra		4ta	
Humus de lombriz	104,96	a	101,17	b	107,92	a	83,94	a
Jacinto de agua	108,86	a	108,75	b	106,85	a	79,75	b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	78,86	b	114,13	a	91,96	b	81,74	a
Tratamiento control	76,33	b	93,25	c	103,71	a	73,94	b
C.V. (%)	33,03		27,59		32,19		17,11	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

Tabla 8. Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de pimiento por cosecha

Tratamientos	Rendimiento (tha^{-1})	
Humus de lombriz	0,86	a
Jacinto de agua	0,59	b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	0,86	a
Tratamiento control	0,55	b
C.V. (%)	7,83	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

Los resultados de este trabajo en sentido general están de acuerdo con los obtenidos por Márquez *et al.*, (2013) en el cultivo de chile Piquín en condiciones protegidas quienes encontraron que la fertilización orgánica incrementa la longitud, el número y el peso de los frutos.

CONCLUSIONES

La aplicación de los abonos orgánicos: humus de lombriz y humus de lombriz + Jacinto de agua produjeron mayores valores en el largo, diámetro y peso de los frutos de pimiento en las cosechas más tempranas que el tratamiento control con fertilización química convencional.

Las mejores características de los frutos logradas con la fertilización orgánica en las cosechas más tempranas, brindan una ventaja para la comercialización de la producción que debe ser tenida en cuenta por los productores al seleccionar el tipo de fertilización a realizar en el cultivo del pimiento.

BIBLIOGRAFIA

ARTEAGA, M., N. GÁRCES, F. GURIDI, J. PINO, J. MENÉNDEZ, y O. CARTAYA. 2006.

Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Amalia en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*, 27 (3): 95-101.

BORGES, J., M. BARRIOS, A. CHAVEZ y R. AVENDANO. 2014. Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro*, 26 (3): 159-164.

FAO. 2011. Los fertilizantes en cuanto a contaminantes de agua. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm>

FAO. 2012. Anuario estadístico de la FAO 2012. FAOSTAT.

HANG, S., E. CASTÁN, G. NEGRO, A. DAGHERO, E. BUFFA, A. RINGUELET, P. SATTI and M. J. MAZZARINO. 2015. Composting of feedlot manure with sawdust-woodshavings: process and quality of the final product. *Agriscientia*, 32 (1): 55-65.

JAFARI, N. 2010. Ecological and socio-economic utilization of water hyacinth (*Eichhornia*

- crassipes Mart Solms). *J. Appl. Sci. Environ. Manage. J.*, 14 (2): 43 – 49.
- MÁRQUEZ, C., S. LÓPEZ, P. CANO y A. MORENO. 2013. Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile Piquín bajo condiciones protegidas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19 (3): 279-286.
- MASHAVIRA, M., T. CHITATA, R. L. MHINDU, S. MUZEMU, A. KAPENZI and P. MANJERU, 2015. The effect of water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Growth attributes, yield potential and heavy metal levels. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 545-553. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.64059>.
- MOGOLLÓN, J., A. MARTÍNEZ y D. TORRES. 2016. Efecto de la aplicación de vermicompost en las propiedades biológicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano. *Bioagro*, 28 (1): 29-36.
- PAZ-LAGO, D., A. BORGES Jr, A. GUTIÉRREZ, A. BORGES and M. A. RAMÍREZ. 2000. Tomato-*Fusarium oxysporum* interactions: II-Chitosan and MSB induced resistance against FOL in young tomato plants. *Cultivos Tropicales*, 21 (4): 17-20.
- REYES, G. y D. CORTÉZ. 2017 Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012). *Bioagro*, 29 (1): 45-52
- SALEH, H. M. 2016. Biological Remediation of Hazardous Pollutants Using Water Hyacinth – A Review. *Journal of Biotechnology Research*, 11 (2): 80-91. <http://arpgweb.com/?ic=journal&journal=16&info=aims>
- STATSOFT, Inc. 2011. *Statistica*. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA, 1098 p.
- TYAGIA, T., M. ARGAWAK. 2017. Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive constituents in the ethanolic extract of *Pistia stratiotes* L. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) solms. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (1): 195-206.
- VILLARREAL, J. B. NAME, R. GARCÍA. 2012. Monitoreo de cambios en la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio. *Agronomía mesoamericana*, 23 (2): 301-309.
- YANG, C. M., M. C. WANG, Y. F. LU, I. F. CHANG and C. H. CHUOU. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophyllase. *Journal of Chemical Ecology*, 30 (5): 1057-1065.

Recibido el 23 de mayo de 2017 y aceptado el 14 de junio de 2017