

Efecto de abonos orgánicos sobre la respuesta productiva en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Effect of organic fertilizers on the response of tomato
(*Solanum lycopersicum* L.)

Efeito dos fertilizantes orgânicos na resposta produtiva nos
tomates (*Solanum lycopersicum* L.)

Juan José Reyes-Pérez^{1,2*}, Ricardo Augusto Luna Murillo¹,
Mariana del Rocío Reyes Bermeo², Vicente Francisco
Vázquez Morán¹, Darwin Zambrano Burgos¹ y Juan Antonio
Torres Rodríguez³

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador. Correos electrónicos: jjreyesp1981@gmail.com, ricardo.luna@utc.edu.ec. ²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1.5 vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Correo electrónico: jreyes@uteq.edu.ec. ³Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo Km 17 ½, Peralejo, Apartado 21, Bayamo, Granma, Cuba. Correo electrónico: jtorresr@udg.co.cu.

Resumen

La aplicación de abonos orgánicos aporta una fertilización adecuada a los cultivos además de preservar los suelos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los abonos orgánicos, humus de lombriz, compost de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la combinación 50% humus de lombriz + 50% jacinto de agua con respecto a un testigo con fertilización mineral convencional en el rendimiento y sus componentes en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Se evaluó el número de frutos cosecha⁻¹, largo, diámetro y biomasa de los frutos en cuatro cosechas, además del rendimiento. Los resultados mostraron que las plantas que se les aplicó humus de lombriz + jacinto de agua mostraron mejor respuesta productiva con diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. La combinación al 50% entre el humus de lombriz y el compost de

jacinto de agua tuvo mejor resultado que los bioabonos por separado y el testigo con fertilización mineral.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*, tomate, humus, bioabono, rendimiento.

Abstract

Organic fertilizer applications provide adequate fertilization to crop besides preserving the soils properties. The aim of this research was to evaluate effects of organic fertilizers, worm humus, water hyacinth compost (*Eichhornia crassipes*) and the 50% worm humus + 50% water hyacinth combination and a control treatment with conventional chemical fertilization in the yield and its components of tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.). The fruit quantity harvest⁻¹ was evaluated along to the fruit diameter and biomass per harvest and the yields. The results show that plants supplied with worm humus + water hyacinth had significant differences with respect to the other treatments. Although the 50% worm humus + 50% water hyacinth combination had better result than organic fertilizers alone and chemical fertilizer treatment.

Key words: *Solanum lycopersicum*, tomato, humus, biofertilizer, yields.

Resumo

A aplicação de fertilizantes orgânicos proporciona fertilização adequada às culturas, além de preservar o solo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de fertilizantes orgânicos, húmus de minhoca, composto de jacinto de água (*Eichhornia crassipes*) e a combinação de 50% de húmus de minhoca + 50% de jacinto de água em relação a um controle com adubação mineral convencional no rendimento e seus componentes na colheita de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). O número de frutos colheita⁻¹, comprimento, diâmetro e biomassa dos frutos em quatro culturas foi avaliado, além do rendimento. Os resultados mostraram que as plantas que foram aplicadas húmus de minhoca + jacinto de água apresentaram melhor resposta produtiva com diferenças significativas em relação aos outros tratamentos. A combinação de 50% entre húmus de minhoca e composto de jacinto de água apresentou melhores resultados do que as bioabsorvizadas e o controle com fertilização mineral.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, tomate, húmus, bioabono, rendimento.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es sin dudas, la hortaliza más demandada y aceptada por los consumidores. La producción global se estima alcanzó en 2016, 130 millones de toneladas según datos de la I Conferencia Internacional de Tomate (Freshplaza, 2016). En el caso más específico del Ecuador se produjeron 71.935 t en 2.972 ha sembradas (INEC, 2016).

Para lograr las producciones demandadas se necesita suministrar al cultivo los suficientes nutrientes. Por lo tanto, generalmente se aplica cada vez más fertilizantes químicos que han tenido un crecimiento sostenido en la región de América Latina, en especial en los países más pequeños (Reyes y Cortez, 2017).

Sin embargo, la aplicación de fertilizantes minerales tiene grandes desventajas entre ellas se encuentran que más de la mitad de los nutrientes liberados se pierden por volatilización, lixiviación o escorrentía, entre otros procesos, mucho antes de que puedan ser aprovechados por las plantas, lo que provoca nuevas y excesivas aplicaciones. Adicionalmente, destruyen la microbiota del suelo y provocan pérdidas de la fertilidad, conllevando a procesos de salinización (Villarreal *et al.*, 2012; Mogollón *et al.*, 2016). Contaminan al ambiente, especialmente a los cuerpos de agua (FAO, 2011). También son responsables de la mayor parte de la emisión de gases de efecto invernadero por cambio de uso del suelo agrícola y la energía vinculada a la producción de

Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is the most demanded and accepted vegetable by consumers. The global production in 2016 reached approximately 130 millions of tons according to the I International Conference of Tomato (Freshplaza, 2016). In Ecuador are produced 71,935 t in 2,972 ha sown (INEC, 2016).

The necessary nutrients must be added to the crop in order to achieve the demanded productions. Therefore, more chemical fertilizers are being applied with a sustained growth in Latin America, especially in small countries (Reyes and Cortez, 2017).

However, the application of mineral fertilizers has a lot of disadvantages, among which are that half of the released nutrients are lost by volatilization, lixiviation or run-off, among other processes; this happens before the plants absorb the nutrients, provoking new and excessive applications. Additionally, these processes destroy the soil microbiota and cause losses of fertility, producing salinization processes (Villarreal *et al.*, 2012; Mogollón *et al.*, 2016). Also, pollute the environment, specially the water bodies (FAO, 2011), and are responsible of most of the gas emissions of greenhouse effect due to the change of the agriculture soil and the energy linked to the production of fertilizers (Benbi, 2013). Additionally, costs are every time higher, driving up the agricultural production.

This reality has caused that more sustainable and friendlier practices with the environment are adopted,

fertilizantes (Benbi, 2013). Además, los costos son cada vez más elevados, lo que ha encarecido la producción agrícola.

Esta realidad ha provocado que se adopten prácticas más sostenibles y amigables con el ambiente tales como el uso de microorganismos fijadores biológicos de nitrógeno, micorrizas (Rosales *et al.*, 2017), sustancias bioactivas (Paz-Lago *et al.*, 2000) y abonos orgánicos.

El humus de lombriz es uno de los abonos orgánicos más utilizados. Se ha demostrado que estimula el rendimiento de los cultivos, mejora la fertilidad natural del suelo y aumenta su actividad microbiana (Borges *et al.*, 2016). Sin embargo, otros abonos orgánicos también han ganado la atención de los especialistas. Dentro de ellos se encuentra el obtenido de la biomasa de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*, Mart.). Esta es una especie macrofita altamente infectiva que coloniza cuerpos de agua donde agota el oxígeno y los nutrientes, por lo que grandes cantidades de esta planta deben ser removidas con frecuencia y se necesita encontrar aplicaciones útiles a este biomaterial que ayuden a costear estas tareas (Jafari, 2010). El compost de jacinto de agua además de materia orgánica puede aportar minerales y sustancias bioactivas que incluso han sugeridas para fines de uso médico (Tyagia y Argawak, 2017).

El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación al suelo de los abonos orgánicos, humus de lombriz, compost de jacinto de agua (*E. crassipes*) y la combinación 50% humus de lombriz + 50% de jacinto de agua con respecto

such as the use of nitrogen biological fixing microorganisms, mycorrhizae (Rosales *et al.*, 2017), bioactive substances (Paz-Lago *et al.*, 2000) and organic compost.

Worm humus is one of the most used organic composts. It is proved that it stimulates the crops' yield, improves the natural fertility of the soil and increases its microbial activity (Borges *et al.*, 2016). However, other organic manures have also gained the specialist attention. Among these is the one obtained from the biomass of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart.). It is highly infectious macrophyte specie that colonizes water bodies depleting oxygen and nutrients; thus, big quantities of this plant must be removed frequently, and useful applications must be found in this biomaterial to help pay these tasks (Jafari, 2010). Water hyacinth compost besides being organic matter provides minerals and bioactive substances that have been suggested to be used for medical purposes (Tyagia and Argawak, 2017).

The aim of this research was to evaluate the soil application of organic composts, worm humus, water hyacinth compost (*E. crassipes*) and the combination of 50% of worm humus + 50% of water hyacinth compared to a control with conventional chemical fertilization in the yield and its components in tomato crop (*S. lycopersicum*).

Materials and methods

The research was carried out in the experimental field "La Playita", from

a un testigo con fertilización química convencional en el rendimiento y sus componentes en el cultivo del tomate (*S. lycopersicum*).

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la provincia de Cotopaxi (ubicación geográfica WGS 84: 0°56’27” S y 79°13’25” O), Ecuador, entre los meses septiembre-diciembre 2014. Las condiciones meteorológicas de las zonas se detallan en el cuadro 1. Los análisis de fertilidad de suelo y de composición química de los abonos orgánicos empleados en la investigación se realizaron en el Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas, Estación Experimental Tropical “Pichilingue”, según las normas ISO IEC 17025

the Technical University of Cotopaxi, in Cotopaxi, (geographical location WGS 84: 0°56’27” S and 79°13’25” W), Ecuador, from September to December 2014. The meteorological conditions of the area are detailed in table 1. The analysis of the soil fertility and the chemical composition of the organic composts used in the research were performed in the Laboratory of Soils, Vegetal Tissues and Water, Tropical Experimental Station “Pichilingue”, according to the ISO IEC 17025 norms implemented (INIAP, 2017). The soil preparation was done manually using a hoe until leaving the soil prepared. The plant material used was tomato seedlings from the specie “Riñón” of 30 days old, sown in trays with commercial substrate. Tomato transplant was done manually in plots of 3.6 m of length and 2 m of width, putting a seedling per area at a 50 cm distance between them.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del Centro Experimental “La Playita”.

Table 1. Meterological conditions at the Experimental Field “La Playita”.

Variables	Promedio
Temperatura, máxima °C	23,00
Temperatura, mínima °C	17,00
Humedad relativa, %	86,83
Heliofanía, horas luz ⁻¹ · año ⁻¹	735,70
Precipitación, mm · año ⁻¹	3029,30

Fuente: Hacienda San Juan (2012).

implementada (INIAP, 2017). La preparación del suelo se realizó de forma manual con un azadón, hasta dejar el suelo suelto y mullido. El material vegetal utilizado fueron plántulas de tomate de la variedad Riñón con 30 días de edad, sembradas en bandejas con sustrato comercial. El trasplante del tomate se realizó en forma manual, en parcelas de 3,6 m de largo y 2 m de ancho colocando una plántula por sitio a una distancia entre ellas de 50 cm.

Se utilizaron como tratamientos los fertilizantes orgánicos: humus de lombriz, compost de jacinto de agua y la combinación 50% de humus de lombriz + 50% de jacinto de agua, más un testigo con fertilización mineral según recomendaciones para el tomate (INIAP, 1987). Los fertilizantes orgánicos se aplicaron a razón de 5 kg m⁻² en el momento del trasplante. Se estableció un régimen de riego diario después del trasplante.

Para la evaluación de los componentes del rendimiento se evaluaron 10 plantas seleccionadas al azar por réplica de cada tratamiento. A los 45 días después de aplicados los tratamientos, se evaluaron los componentes del rendimiento: número de frutos cosecha⁻¹ (cuando el 50% de los frutos estaban cuajados en cada planta evaluada), diámetro del fruto (cm) medido con un vernier y la biomasa de los frutos (g) se pesó en cuatro cosechas realizadas, además de la determinación del rendimiento.

El diseño experimental empleado fue bloques completamente al azar con cinco réplicas por tratamiento.

Organic fertilizers were used as treatments: worm humus, water hyacinth compost and the combination 50% of worm humus + 50% of water hyacinth, plus a control with mineral fertilization according to the recommendations for tomato (INIAP, 1987). Organic fertilizers were applied at a reason of 5 kg m⁻² at the moment of the transplant. A daily irrigation regimen was established after the transplant.

Ten plants were selected at random from each treatment for assessing the yield components. Forty five days after having applied the treatments, the yield components were evaluated: number of fruits harvest⁻¹ (when 50% of fruits were set on each of the evaluated plant), fruit diameter (cm) measured with a vernier, and the fruit biomass (g) was weighted in four crops as well as the yield determination.

A completely randomized design with five replications per treatment was used. The data was processed using variance analysis and means were compared using Tukey's mean test ($P \leq 0.05$). For the statistical analyses was used Statistica v. 10.0 for Windows (StatSoft, Inc., 2011).

Results and discussion

The chemical analysis of the soil used in the research is presented in table 2. Capital letters represent abundant levels of elements: H- high; M- medium; L- low. The soil used had an acid pH, and according to its composition it might have medium fertility by its levels of organic matter (5%), nitrogen (21 ppm) and

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y las medias se compararon por la Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, Inc., 2011).

Resultados y discusión

El análisis químico del suelo usado en la investigación se muestra en el cuadro 2. Las letras mayúsculas representan niveles de abundancia de los elementos: A- alto; M-medio; B-bajo. El suelo utilizado tuvo un pH ácido, aunque según su composición podría considerarse de fertilidad media por sus niveles de materia orgánica (5%), nitrógeno (21 ppm) y fósforo (26 ppm) y el contenido de bases ($7,3 \text{ meq} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$). Sin embargo, tuvo bajos niveles de potasio (5,50 mg) que podrían incidir en el normal desarrollo del cultivo.

El análisis de los abonos orgánicos (cuadro 3) indicó que el humus de lombriz superó al compost de jacinto de agua en las concentraciones de la mayoría de los elementos analizados. Sin embargo, debe destacarse el contenido de azufre en el jacinto de agua que no se encontró en el humus de lombriz y podría deberse a la extracción que realizaron las plantas de jacinto del ambiente donde crecieron; además, de mayores contenidos de hierro y azufre en jacinto de agua.

Por su parte, en cuanto al número de frutos de tomate por cosecha el tratamiento 50% humus de lombriz + 50% de jacinto de agua mostró

phosphorous (26 ppm) and the base content ($7.3 \text{ meq} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$). However, it had low levels of potassium (5.50 mg) that may influence the normal development of the crop.

The analysis of organic manner (table 3) indicated that worm humus exceeded water hyacinth compost in the concentrations in most of the elements analyzed. However, the sulfur content in water hyacinth, which was not found in worm humus might be due to the extractions performed by hyacinth plants from the natural environment, and also possibly to the iron and sulfur contents in water hyacinth.

On the other hand, the treatment 50% of worm humus + 50% of water hyacinth showed the highest values in the number of tomato fruits by harvest, with significant differences with the rest of the treatments in all the crops, except with the witness in the first and worm humus in the third (table 4). These results might be because the mix of both organic manners complemented the nutritional needs of the crop, compared to the individual application of each component. In this sense, it must be mentioned that the presence of hyacinth in the mix might supply the sulfur micro-element that did not have worm humus, and the latter provided higher concentrations of nutrients such as potassium, which was in low levels in this soil compared to the individual addition of hyacinth.

For the variable fruit's diameter of tomato, the treatment 50% of worm humus + 50% of water hyacinth showed higher values than the control with significant differences

Cuadro 2. Análisis químico del suelo utilizado en la investigación.
Table 2. Soil chemical analysis used in the research.

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

Cuadro 3. Análisis de los abonos.
Table 3. Compost analysis.

Variables	Abonos	
	Humus de lombríz	Jacinto de agua
Concentración %		
Nitrógeno	1,70	1,20
Fósforo	0,45	0,06
Potasio	0,85	0,16
Calcio	1,50	1,18
Magnesio	0,70	0,22
Azufre	0,00	0,28
Concentración (ppm)		
Boro	18	10
Zinc	85	61
Cobre	35	19
Hierro	1155	1193
Manganeso	390	545

los mayores valores con diferencias significativas con el resto de los tratamientos en todas las cosechas, excepto con el testigo en la primera y con el humus de lombriz en la tercera (cuadro 4). Estos resultados pudieran deberse a que la mezcla de los dos abonos orgánicos complementó mejor las necesidades nutrimentales del cultivo que la aplicación por separado de cada componente. En ese sentido, se debe señalar que la presencia de jacinto en la mezcla podría suministrar por ejemplo el microelemento azufre que no tenía el humus de lombriz, y este último aportó mayores concentraciones de nutrientes como el potasio, que se encontró en niveles bajos en este suelo que cuando se tuvo jacinto solo. Adicionalmente, los resultados sugirieron que las composiciones de distintos sustratos producen una liberación controlada de los nutrientes que fue más adecuada a las plantas que los componentes por separado.

Para la variable diámetro de los frutos de tomate, el tratamiento 50% de humus de lombriz + 50% de jacinto de agua, mostró mayores valores que el testigo, con diferencias significativas en todas las cosechas, excepto la tercera. No obstante, en la cuarta cosecha las plantas tratadas con humus de lombriz + jacinto de agua, tuvieron frutos significativamente con mayores diámetros que los demás tratamientos (cuadro 5).

Estos resultados podrían atribuirse a que la aplicación de compost incrementó la respiración microbiana y la disposición de nutrientes en los suelos para las plantas (Hang *et al.*,

in all the crops, except in the third. Nevertheless, in the fourth crop, plants treated with worm humus + water hyacinth had fruits with significantly higher diameters than the rest of the treatments (table 5).

These results might be due to the fact that the application of compost increased the microbial respiration and the nutrients' availability in the soils for plants (Hang *et al.*, 2015). Additionally, the application of these bio-composts favored a controlled availability of the nutrients in the soil solution for longer period of time, different to the mineral fertilizers that provided all at once, causing a bad advantage of nutrients by plants. The results also suggested that bigger fruits with better commercialization conditions were obtained in less time.

In the biomass of tomato's fruits (table 6), the treatment 50% of worm humus + 50% of water hyacinth was higher than the control with significant differences in all crops; in the second and fourth crop plants treated with 50% of worm humus + 50% of water hyacinth had more biomass than the rest of the treatments. These results agreed to the ones found by Mashavira *et al.* (2015) in the fact that the application of water hyacinth improved the growth variables and the yield in tomato, more than the mineral treatment. These higher fruit's biomass implied higher production quality in less time, which improved the commercialization possibilities. The results obtained with worm humus were also outstanding and might be due to the humic substances that favor the highest nutrient's

Cuadro 4. Número de frutos de tomate por cosecha en plantas con bioabonos y fertilizante.
Table 4. Number of tomato fruits per harvest in plants with bio-compost and fertilizer.

Tratamientos	Número de frutos (cosecha)			
	1ra	2 da	3ra	4ta
Humus de lombriz	1,61c	1,58c	2,83a	2,27c
Jacinto de agua	2,00b	2,00b	2,17b	2,42b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	2,58a	2,89a	2,53a	2,80a
Testigo	2,08ab	1,67bc	1,67c	1,44bc
C.V. (%)	26,58	30,63	19,50	14,94

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística (P≤0,05) según prueba de Tukey.

Cuadro 5. Diámetro de frutos (cm) de tomate por cosecha en plantas con bioabonos y fertilizante.
Table 5. Fruit's diameter (cm) of tomato per harvest in plants with bio-compost and fertilizer.

Tratamientos	Diámetro de fruto (cm) x cosecha			
	1ra	2 da	3ra	4ta
Humus de lombriz	8,42a	6,35b	6,47ab	7,04b
Jacinto de agua	7,21b	7,30ab	7,38a	6,03c
Humus de lombriz + Jacinto de agua	8,42a	7,93a	6,40ab	7,88a
Testigo	4,34c	5,53b	4,51b	7,27b
C.V. (%)	20,73	31,48	15,42	12,40

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

2015). Adicionalmente, la aplicación de estos bioabonos favoreció una disponibilidad controlada y por mayor tiempo de los nutrientes en la solución del suelo a diferencia de los fertilizantes minerales que los entregaron de una vez, lo que conllevó al mal aprovechamiento de los nutrientes por las plantas. Los resultados además sugirieron que en menor tiempo se obtuvieron frutos más grandes y con mejores condiciones de comercialización.

En la biomasa de los frutos de tomate (cuadro 6), el tratamiento 50% de humus de lombriz + 50% de jacinto de agua, resultó ser mayor que el testigo, con diferencias significativas en todas las cosechas, incluso en la segunda y la cuarta cosecha las plantas tratadas con 50% de humus de lombriz + 50% de jacinto de

absorption of the plants (Arteaga, 2006).

There were statistical differences among the assigned treatments in relation to the yield ha^{-1} , in which the treatment with worm humus + water hyacinth was higher compared to the rest of the treatments with 1.89 t ha^{-1} . This result might be explained by the results previously obtained, in which the highest numbers of fruits per harvest, higher size of fruits and higher biomass were found in plants treated with worm humus + water hyacinth, followed by the rest treatments with organic manner. Also, these fruits were obtained in earlier crops, which indicated an important advantage in the commercialization of the production.

Cuadro 6. Biomasa del fruto (g) de tomate por cosecha en plantas con bioabonos y fertilizante.

Table 6. Fruit's biomass (cm) of tomato per harvest in plants with bio-compost and fertilizer.

Tratamientos	Biomasa (g) x cosecha			
	1ra	2 da	3ra	4ta
Humus de lombriz	149,50ab	154,84b	160,50b	142,09c
Jacinto de agua	172,28a	150,17b	178,62a	120,95c
Humus de lombriz + Jacinto de agua	164,72a	179,20a	174,71a	258,50a
Testigo	113,28b	108,88c	124,61c	171,72b
C.V. (%)	9,30	25,51	15,33	26,61

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

agua, tuvieron significativamente mayores biomásas que el resto de los tratamientos. Estos resultados coincidieron con los encontrados por Mashavira *et al.* (2015) en cuanto a que la aplicación de compost de jacinto mejoró las variables del crecimiento y el rendimiento en tomate más que el tratamiento mineral. Estas mayores biomásas de los frutos implicaron una mayor calidad de la producción en menor tiempo, lo que mejoró las posibilidades de comercialización. Los resultados obtenidos con humus de lombriz también fueron destacables y pudieran deberse a las sustancias húmicas que favorecen en su interacción con membranas celulares la mayor absorción de nutriente por parte de las plantas (Arteaga, 2006).

Con referencia al rendimiento ha^{-1} hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos asignados, donde el tratamiento con humus de lombriz + jacinto de agua, resultó superior a los demás tratamientos con $1,89 \text{ t ha}^{-1}$ (cuadro 7). Este resultado pudiera explicarse por los resultados obtenidos anteriormente en los cuales el mayor número de frutos por cosecha, mayor tamaño de los frutos y mayor

Conclusions

The treatment with 50% of worm humus + 50% of water hyacinth obtained higher quantity of fruits and biomass than the conventional mineral treatment. The mix of organic composts worm humus + water hyacinth at 50% had better agricultural behavior in tomato than the individual components, granting more value to the processing of the water hyacinth biomass.

End of English version

biomasa se encontraron en las plantas tratadas con humus de lombriz + jacinto de agua, seguido por los demás tratamientos con los abonos orgánicos. También, estos frutos se obtuvieron en cosechas más tempranas, lo que indicó una ventaja importante en la comercialización de la producción.

Cuadro 7. Rendimiento (t ha^{-1}) de plantas de tomate con bioabonos y fertilizante.

Table 7. Yield (t ha^{-1}) of tomato plants with bio-compost and fertilizer.

Tratamientos	Rendimiento (t ha^{-1})
Humus de lombriz	0,82 b
Jacinto de agua	0,80 b
Humus de lombriz + Jacinto de agua	1,89 a

Conclusión

En el tratamiento con 50% humus de lombriz + 50% de jacinto de agua se obtuvo mayor cantidad de frutos y de mayor biomasa que con el tratamiento mineral convencional. La mezcla de los abonos orgánicos humus de lombriz + jacinto de agua al 50% tuvo un mejor comportamiento agronómico en el tomate que los componentes por separados, lo que confiere valor de uso al procesamiento de la biomasa de jacinto de agua.

Literatura citada

- Arteaga, M., N. Gárce, 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. Cult. Trop. 27(3):95-101.
- Benbi, D.K. 2013. Greenhouse gas emissions from agricultural soils: Sources and mitigation potential. J. Crop. Improv. 27(6):752-772.
- 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. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los fertilizantes en cuanto a contaminantes de agua. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.html>. Fecha de consulta: marzo 2017.
- Freshplaza. 2016. Datos de la I Conferencia Internacional de Tomate. Disponible en: www.freshplaza.es/.../La-producción-mundial-de-tomates-alcanza-los130-millones-de-tonelada. Fecha de consulta: marzo de 2017.
- 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.
- INEC. 2016. Instituto Nacional de Estadísticas Ecuador. Informe Datos. ESPAC 2015. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec. Fecha de consulta: marzo 2017.
- INIAP. 1987. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria, EC. Manual Agrícola de los Principales Cultivos del Ecuador. Manual No. 10.
- INIAP. 2017. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Informe de servicios de análisis. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/web/servicio-1/>. Fecha de consulta: junio 2017.
- Jafari, N. 2010. Ecological and socio-economic utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart Solms) J. Appl. Sci. Environ. Manage. 14(2):43-49.
- 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*) growth attributes, yield potential and heavy metal levels. Am. J. Plant Sci. 6:545-553.
- 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. Ramirez. 2000. Tomato-*Fusarium oxysporum* interactions: II- Chitosan and MSB induced resistance against FOL in young tomato plants. Cult. Trop. 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.
- Rosales, P., P. González, J. Ramírez y J. Arzola. 2017. Selección de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares para el pasto guinea (*Megathyrsus maximus* cv. likoni). Cult. Trop. 38(1):24-30.
- StatSoft Inc. 2011. Statistica. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Tyagia, T. and 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. J. Pharmacogn. Phytochem. 6(1):195-206.
- Villarreal, J., B. Namey R. Garcia. 2012. Monitoreo de cambios en la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio. Agron. Mesoam. 23(2):301-309.