

Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.)

Effect of three bio-stimulants in the morphologic and productive behavior of radish crops (*Raphanus sativus* L.)

Efeito de três bioestimulantes no comportamento morfológico e produtivo da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.)

Alexander Calero Hurtado¹, Yanery Pérez Díaz², Kolima Peña Calzada², Elieni Quintero Rodríguez³, Dilier Olivera Vicedo¹

¹Doctorante Universidad Estatal Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CP 14884-900, Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil. Correos electrónicos: alexcalero@gmail.com; dilierolvi@gmail.com. ²Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”. Ave de los Mártires #360. CP 60100. Sancti Spiritus, Cuba. Correos electrónicos: yanery@uniss.edu.cu, kolima@uniss.edu.cu. ³Empresa Agropecuaria Agroindustrial “Melanio Hernández”. Carretera a Tuinucú, CP 62300. Taguasco, Sancti Spiritus, Cuba.

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo de rábano, se desarrolló un experimento en áreas del organopónico “El Estadio” Sancti Spiritus, Cuba, durante los meses de febrero a abril del 2016. Los tratamientos fueron: ME-50 (50 mL.L⁻¹), humus lixiviado, (100 mL.L⁻¹), Biobras-16 (0,012 L.ha⁻¹) y un control con agua. Las observaciones de los parámetros morfoagronómicos se efectuó sobre 45 plantas por tratamiento y las variables fueron: promedio de hojas por plantas, altura de la planta (cm), diámetro promedio de las raíces (cm), producción de biomasa (g.planta⁻¹), porcentaje de raíces tuberosas afectadas (%) y el rendimiento (kg.m⁻²). Los resultados mostraron que la utilización de los tres bioestimulantes en la producción del cultivo del rábano en condiciones de organopónico fue beneficiosa, ya que mostró efectos positivos en el incremento de la producción media de hojas por planta, en el diámetro de las raíces, la producción de biomasa y el rendimiento

Recibido el 16-08-2018 • Aceptado el 26-01-2019

Autor para correspondencia. Correo electrónico: alexcalero@gmail.com

en más de 1,05 kg.m⁻², además el tratamiento con ME-50 redujo el porcentaje de raíces tuberosas dañadas en un 50 % menos en relación al control.

Palabras clave: aplicación foliar, bioproductos, rendimiento agrícola.

Abstract

With the objective to evaluate the effect of three bio-stimulants in the productive behavior of crops radish, was developed the experiment in the garden areas of “El Estadio” belonging to urban agriculture of Sancti Spíritus during the months of February to April of 2016. The treatments were: ME-50, 50 mL.L⁻¹, lixivate vermicomposting humus, 100 mL.L⁻¹ and Biobras-16, to dosage of 0.012 L.ha⁻¹ and the water control. The morphagronomic parameters observations were on 45 plants per treatment and the observed variables were the average of leaf per plant, high average per plants (cm), average of diameter of roots (cm), biomass production (g.plant⁻¹), yields (kg.m⁻²) and percentage of tuber roots affected (cracks roots) (%). The results showed that the use of three bio-stimulants in radish crops production in garden conditions, since it had positive effect because increasing the media production of leaf per plant, average of diameter of roots, biomass production, the yields than 1.05 kg.m⁻², in addition, the treatment with ME-50 reduced the percentage of damaged tuberous root by 50% less in relation to the control.

Key words: agricultural yield; bioproduct; foliar application.

Resumo

Para avaliar o efeito de três bioestimulantes no comportamento morfológico e produtivo do crescimento de rabanete, foi conduzido um experimento em áreas de organopônicos “O Estádio” Sancti Spiritus, Cuba, durante os meses de fevereiro-abril de 2016. Os tratamentos foram: ME-50 (50 mL.L⁻¹), húmus lixiviado (100 mL.L⁻¹), Biobras-16 (0,012 L.ha⁻¹) e controle com água. Observações dos parâmetros morfoagronômicos foi realizada em 45 plantas por tratamento e as variáveis foram: média de folhas por planta, a altura da planta (cm) de diâmetro médio de raízes (cm), a produção de biomassa (g.planta⁻¹), porcentagem de raízes tuberosas afetadas (%) e rendimento (kg.m⁻²). Os resultados mostraram que o uso dos três bioestimulantes em produção da cultura rabanete sob condições organopônicos era benéfico, uma vez que mostrou efeitos positivos sobre o aumento da produção média de folhas por planta, o diâmetro das raízes, produção de biomassa e rendimento em mais de 1,05 kg.m⁻², além do tratamento com ME-50 reduzir a porcentagem de raízes tuberosas danificadas em 50% a menos em relação ao controle.

Palavras-chave: aplicação foliar, bioproductos, rendimento agrícola.

Introducción

El rábano es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos de vitaminas y minerales, es un cultivo de rápido crecimiento y alta capacidad productiva (Young *et al.*, 2011) lo que está estrechamente relacionado con el genotipo y las condiciones ambientales; a su vez, es un cultivo que permite un manejo intensivo y es fundamentalmente utilizado en siembras a pequeña escala (Criollo y García, 2009). Su ciclo productivo es corto y puede variar entre 20 y 70 días; se adapta a cualquier tipo de suelo, pero los suelos profundos, arcillosos y el pH del suelo deberá encontrarse entre 5,5 y 6,8 (Africano y Pinzón, 2014).

La utilización de bioestimulantes en la agricultura, son cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de alto rendimiento, donde el objetivo generalmente es suplir los requerimientos nutricionales, bien sea para activar o retardar procesos fisiológicos específicos principalmente en el crecimiento (raíz, ápices foliares, yemas) o para contrarrestar demandas energéticas (Gómez *et al.*, 2008). Los bioestimulantes son una variedad de productos, cuyo común denominador es que contienen principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas aumentando su desarrollo y mejoran su productividad en la calidad del fruto, contribuyendo a mejorar la resistencia de las especies vegetales, ante diversas enfermedades (González *et al.*, 2015).

Introduction

Radish is a plant of great importance for its pharmaceutical properties and high content of vitamins and minerals, it has a fast growth and a high productive capacity (Young *et al.*, 2011), which is closely related to the genotype and the environmental conditions; in turn, this crop can be produced intensively in small-scale sowings systems (Criollo and García, 2009). The radish crop cycle is short and can vary between 20 and 70 days; it can adapt to any type of soil and the pH must be between 5.5 to 6.8 (African and Finch, 2014).

The use of biostimulants in agriculture is becoming more frequent, due to nutritional demand of high yield crops, supplying the nutritional requirements, either by delaying or activating specific physiological processes, mainly during the growth of the plant (roots, leaf apex, buds) or to compensate the energy demands (Gómez *et al.*, 2008). Biostimulants comprise a variety of products, which they commonly contain an active ingredient, that affects the physiology of plants, improving their development, productivity, the quality of the fruits and resistance face of various diseases (González *et al.*, 2015).

The use of growth regulators in agriculture has become an international practice, as their benefits for crops have been recognized; among these are brassinosteroids, which have a chemical structure similar to phytohormones and are considered a

El uso de reguladores del crecimiento en la producción agrícola se ha convertido en una práctica internacional al ser reconocidos sus beneficios a los cultivos, entre estos se encuentran los brasinoesteroides, los cuales presentan una estructura química similar a las fitohormonas y están considerados al igual que las oligosacarinas como un nuevo grupo de hormonas vegetales (Wajahatulah, 2009; Fernández, 2012).

Por otro lado, una de las alternativas que se presenta actualmente en el mundo es la aplicación de microorganismos eficientes (ME), que bien utilizados puede reducir no sólo la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas), sino también mejorar la calidad de la gallinaza, acelerar la estabilización del proceso y disminuir el impacto ambiental causado por este tipo de explotaciones (Higa, 1997).

Los ME son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos (Pedraza *et al.*, 2010). La utilización de los ME ha resultado favorable para la agricultura, porque su introducción a favorecido y beneficiado a los agricultores (Luna and Mesa, 2016) y la producción de algunos cultivos, como la col (Álvarez *et al.*, 2012), tomate (Olivera *et al.*, 2015), zanahoria (Núñez *et al.*, 2017), cebolla (Liriano *et al.*, 2015) y el frijol (Calero *et al.*, 2016, 2017, 2018; Quintero *et al.*, 2018) y todavía no

new group of plant hormones as well as the oligosaccharins (Wajahatulah, 2009; Fernández, 2012).

On the other hand, the use of efficient microorganisms (ME) is one of the alternatives presents in the world to reduce the pollution of the micro-environment (smell control, flies), to improve the quality of chicken-manure, by accelerating the stabilization of composting and reducing the environmental impact caused by this type of excreta (Higa, 1997).

The ME are a mixture of beneficial microorganisms (mainly photosynthetic bacteria, producers of lactic acid, yeasts, actinomyces and fermenting fungi) that can be inoculated to increase the microbial diversity of soils (Pedraza *et al.*, 2010). The use of ME has been favorable for agriculture, since its introduction has benefited farmers (Luna and Mesa, 2016) and has improved the production of some crops, such as cabbage (Álvarez *et al.*, 2012), tomato (Olivera *et al.*, 2015), carrot (Núñez *et al.*, 2017), onion (Liriano *et al.*, 2015) and bean (Calero *et al.*, 2016, 2017, 2018; Quintero *et al.*, 2018). However, there is no reported in radish.

On the other hand, the vermicomposting process produces leachates due to the activity of the microorganisms; these leachates derived from vermicompost (VL) are considered beneficial due to the high concentration of nutrients and can be used as liquid fertilizers (Gutiérrez *et al.*, 2008; Jarecki *et al.*, 2005; Tejada *et al.*, 2008).

An alternative way to increase the productivity of crops under organoponic conditions is through the

han sido reportados resultados de su utilización en el cultivo del rábano.

Por otra parte, durante el proceso de vermicompostaje, se producen lixiviados debido a las actividades de los microorganismos y el drenaje de los lixiviados, que son importantes para evitar la saturación del producto. Por lo tanto, los lixiviados derivados del vermicompost o vermicompost lixiviado (VL), son considerados beneficiosos y pueden usarse como fertilizantes líquidos debido a la alta concentración de nutrientes (Gutiérrez *et al.*, 2008; Jarecki *et al.*, 2005; Tejada *et al.*, 2008).

Una alternativa para aumentar la productividad de los cultivos en condiciones de organopónicos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como el VL (Pant *et al.*, 2009; Preciado *et al.*, 2011). Del mismo modo Gutiérrez *et al.* (2008) y Tejada *et al.* (2008) reportaron el uso beneficioso de los VL para la producción y calidad de los cultivos y recomendaron que estos lixiviados se puedan utilizar efectivamente para fines agrícolas.

El Biobras-16® (BB-16) es una formulación producida en Cuba que tiene como ingrediente activo un análogo espiroestánico de brasinoesteroides y ha sido utilizada como estimuladora de los rendimientos agrícolas (Rosabal *et al.*, 2013). La utilización del BB-16 ha favorecido el crecimiento y la productividad de varias especies de plantas (Bajguz and Tretyn, 2003; Calero *et al.*, 2017; Martínez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018; Reyes *et al.*, 2010).

use of VL (Pant *et al.*, 2009; Preciado *et al.*, 2011). In the same way, Gutiérrez *et al.* (2008) and Tejada *et al.* (2008) reported the beneficial effect of VL for the production and quality of crops and recommended that these leachates be used for agricultural purposes.

The Biobras-16® (BB-16) is a formulation produced in Cuba that has a spirostanoic analogous of brassinosteroids as an active ingredient and has been used as a yield enhancer (Rosabal *et al.*, 2013). The use of BB-16 has favored the growth and productivity of several crops (Bajguz and Tretyn, 2003; Calero *et al.*, 2017; Martínez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018; Reyes *et al.*, 2010).

So far, studies have detailed the biostimulant effect of foliar application of the ME, VL and BB-16 on several plant species, but there are few studies about the effect on the cultivation of radish, so there is little information for local farmers who develop an urban and suburban agriculture because it is an easy to manage and follow crop. Based on these considerations, this study was proposed to evaluate the effect of three biostimulants on the morphological and productive behavior of radish cultivation.

Materials and methods

Location of the experiment and experimental plant material

The research was carried out in the organoponic area of “El Estadio”, belonging to the Agricultura Urbana of Sancti Spiritus, Sancti Spiritus

Hasta el momento estudios han detallado el efecto bioestimulante de la aplicación foliar de los ME, VL y BB-16 en varias especies de plantas, pero existen pocos estudios y poca información sobre el efecto que pueden lograrse sobre las plantas de rábano, para los agricultores locales en la agricultura urbana y suburbana por ser un cultivo de fácil manejo y seguimiento. Basado en estas consideraciones, el presente trabajo se planteó con el objetivo general de evaluar el efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo de rábano.

Materiales y métodos

Localización del experimento y material vegetal

La investigación se llevó a cabo en las áreas del organopónico "El Estadio" perteneciente a la Agricultura Urbana de Sancti Spiritus, provincia Sancti Spiritus, Cuba (21°56'33,39"N 79°26'38,9"O). Se utilizaron semillas botánicas obtenidas en la misma entidad. La siembra se realizó el 28 de febrero y cosecha el 2 de abril de 2016. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spiritus, la temperatura media diaria fue de 22,3 °C, la humedad relativa 83,67 % y la precipitación pluvial acumulada fue de 33,01 mm durante el desarrollo de la investigación.

El cultivo estudiado fue el rábano *R. sativus*, cultivar "PS-9", proveniente de la Empresa Nacional de Semillas. La siembra se realizó de manera directa en canteros de 10,0 m

province, Cuba (21°56'33,39"N 79°26'38,9"O). Botanical seeds obtained in this institution were used. The sowing was carried out on February 28 and harvested on April 2, 2016. The climatic variables were registered by the provincial station of Sancti Spiritus; the average daily temperature and relative humidity were 22.3 °C and 83.67 %, respectively, while the cumulative rainfall was 33.01 mm throughout this investigation.

The seeds of *R. sativus*, cultivar "PS-9" from the national seed company was studied. The sowing was carried out in a 10 x 1 m planting bed (10 m²), for a total of five planting beds; only one treatment was applied in a planting bed. The planting distance was 0.20 m between rows and 0.04 m between plants. Organic fertilization was applied with 0.5 kg.m⁻² of earthworm humus in all the planting beds. The agronomics practices were carried out according to the recommendations of the Technical Manual for Urban Agriculture (INIFAT, 2007).

Experimental design and treatments

A random blocks were used with four treatments and five replicates; the treatments evaluated were: Foliar application of ME-50 at a dose of 50 mL.L⁻¹, foliar application of vermicompost leachate of filtered sugarcane cake (or cachaza) at a dose of 100 mL.L⁻¹, foliar application of BB-16 at a dose of 0.05 mL.L⁻¹ and a control with water. A manual sprayer for foliar applications (ECHO MS-21.00) of 7.6 L capacity was used. The

de largo por 1,0 m de ancho, ocupando cinco canteros y cada tratamiento una superficie de 10,0 m², la distancia empleada fue de 0,20 m entre hileras y 0,04 m entre plantas. El cantero recibió de base la aplicación de abono orgánico (humus de lombriz) a razón de 0.5 kg.m⁻²; las atenciones culturales se realizaron según las recomendaciones del manual técnico para la agricultura urbana (INIFAT, 2007).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, las parcelas fueron de 2,0 m² y utilizados los siguientes tratamientos, aplicación foliar de ME-50 a 50 mL.L⁻¹, aplicación foliar de vermicompost lixiviado de cachaza (VL) a 100 mL.L⁻¹ aplicación foliar de BB-16 a 0.05 mL.L⁻¹ y un control. Para la aplicación foliar de los bioestimulantes, se utilizó una asperjadora manual (ECHO MS-21H) de 7,6 L de capacidad, estas fueron realizadas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la germinación y se distribuyeron bajo un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones.

Bioestimulantes utilizados

El Biobras-16® y el inóculo ME-50 fueron adquiridos en la Sucursal de Labiofam de Sancti Spiritus, el Biobras-16 cuyo ingrediente activo es un análogo espiroestanoide de brasinoesteroide fórmula global C₂₇H₄₂O₅, conocida como Biobras-16® (10-10-10-6 mol.L⁻¹). El ME-50 inóculo compuesto por *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum*

applications were performed at 7, 14, 21 and 28 days after germination.

Bioestimulants used

Biobras-16® and ME-50 inoculum were acquired at the Labiofam branch office at Sancti Spiritus province. The active ingredient of Biobras-16 is a spirostanoic analogous of brassinosteroids and its global formula is C₂₇H₄₂O₅ (10-10-10-6 mol.L⁻¹). The ME-50 is composed by *Bacillus subtilis* inoculum B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 and *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12; the quality certificate was issued by ICIDCA, code R-ID-B-Prot-01-01. The leachate of vermicompost was collected in the same province and the worms were fed with vegetable residues mixed with filtered sugarcane cake (cachaza).

Mesured Variables

The observations of the morpho-agronomics parameters were performed on 45 plants per treatment, at the harvest time (35 days after sowing). The measured variables were: The number of leaves per plant (NHP), plant height (AP) (cm), diameter of the tuberous root (DRT) (cm), production of fresh biomass (PBF) and dry biomass (PBS) (g.plant⁻¹), the percentage of damage tuberous roots (PRA) and yield (kg.m⁻²).

Statistical analysis

An analysis of variance was performed and the statistical differences were established by the F test; the means were compared by the Tukey test with a 5 % error probability. The data was processed with the statistical software AgroEstat® version 1.1.0.712 for Microsoft Windows (Barbosa and Maldonado, 2014).

B/103-4-1 y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12 con certificado de calidad emitido por ICIDCA, código R-ID-B-Prot-01-01. El Vermicompost lixiviado utilizado fue colectado en la misma entidad, las lombrices fueron alimentadas con restos de vegetales mezclados con cachaza.

Variables observadas

Las observaciones de los parámetros morfoagronómicos se efectuó sobre 45 plantas por tratamiento, en el momento de la cosecha (35 días después de la siembra) y las variables evaluadas fueron: el número de hojas por planta (NHP), altura de la planta (AP) (cm), diámetro de la raíz tuberosa (DRT) (cm), producción de biomasa fresca (PBF) y seca (PBS) (g.planta^{-1}), el porcentaje de raíces tuberosas afectadas (PRA) y el rendimiento (kg.m^{-2})

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza simple, la significancia de esta se obtuvo por la prueba F y las medias fueron comparadas a través de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con un 5% de probabilidad de error, los datos fueron procesados en el paquete estadístico AgroEstat® versión 1.1.0.712 (Barbosa y Maldonado, 2014) para el Microsoft Windows.

Resultados y discusión

En la figura 1 se observa cómo las aplicaciones de los bioestimulantes estimularon la producción del NHP, aunque se destaca que en el primer

Results and discussion

Figure 1 showed that biostimulant applications increased NHP, although there were no significant differences in the first moment, but the treatments showed statistical differences with respect to the control in a second evaluation. The NHP increased an average of one leaf per plant, equivalent to 15.63 %.

The foliar applications of ME-50, VL and BB-16 in radish plants were favorable for NHP compared to the control (figure 1). According to López *et al.* (2017) the composition of ME-50 presents several elements that improve the growth of radish plants, increasing fresh and dry biomass, as well as yield. The beneficial effect of the foliar application of ME-50 in the first stage of the plants, allows its establishment in the soil (Pedraza *et al.*, 2010).

The effect of the foliar applications of ME-50 on NHP was verified in different species such as bean (Calero *et al.*, 2018; Quintero *et al.*, 2018) and straw berry (Álvarez *et al.*, 2018). According to Arias (2010) ME-50 promotes the germination, flowering, the development of fruits and the reproduction of the plants.

Foliar application of vermicompost leachate favored NHP compared to the control (figure 1). This increase in NHP with foliar applications of VL on radish plants was also reported by Fleitas *et al.* (2013); similarly, the same effect has been observed in other species such as sorghum (Gutiérrez *et al.*, 2008) and tomato (Jarecki *et al.*, 2005; Tejada *et al.*, 2008).

momento no existieron diferencias significativas, en la segunda evaluación estos tratamientos si se mostraron diferencias estadísticas con respecto al control y el incremento fue como promedio de una hoja por planta lo que significó un aumento de este indicador del 15,63 %.

Quedo evidenciado el efecto de la aplicación foliar de los bioproductos ME-50, VL y BB-16 en plantas de rábano fue eficiente en el NHP en

The beneficial effect on NHP was observed with the foliar application of BB-16 compared to the control (figure 1). This product is composed of different substances that stimulate crop growth (Bajguz and Tretyn, 2003). The biostimulant effect of BB-16 was also reported in different crops such as tobacco (Leubner, 2001), tomato (Reyes *et al.*, 2010) and bean (Martínez *et al.*, 2017; Peña *et al.*, 2016; Quintero *et al.*, 2018).

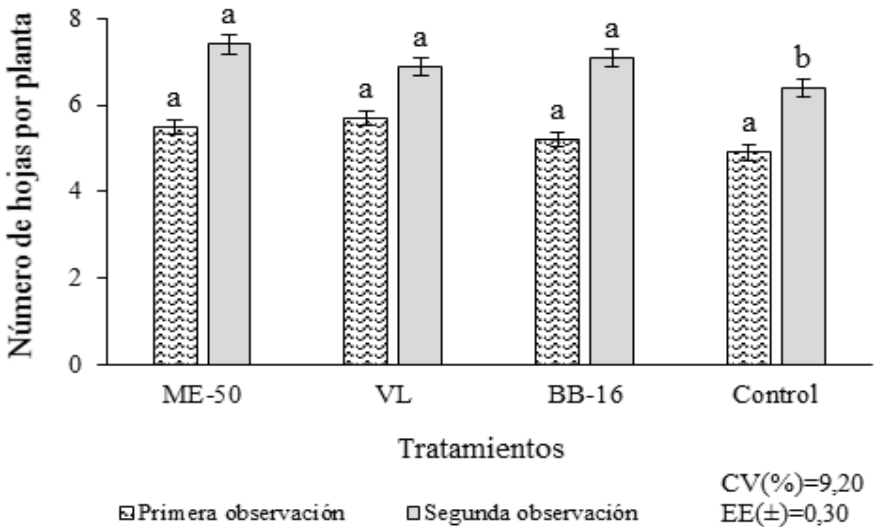


Figura 1. Comportamiento del número de hojas por plantas en los dos momentos estudiados para los tratamientos evaluados. Medias con letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variación. EE (\pm) error estándar.

Figure 1. Behavior of the number of leaves per plant, in the two evaluations of the treatments. The means with different letters are statistically different, according to the Tukey test ($P \leq 0.05$). CV (%): Coefficient of variation. EE (\pm): Standard

relación al control (figura 1). Según López *et al.*, (2017) los ME-50 tienen en su composición varios elementos que influyeron positivamente el crecimiento de las plantas de rábano y, por tanto, en el incremento de su biomasa fresca y seca y el rendimiento. Este efecto benéfico de los ME aplicado foliarmente en los primeros estadios de desarrollo de las plantas, posibilitan el establecimiento en el suelo (Pedraza *et al.*, 2010).

Este efecto de los ME aplicados foliarmente en incrementar el promedio de hojas por planta fue verificado en diferentes especies como en frijol (Calero *et al.*, 2018; Quintero *et al.*, 2018) y la fresa (Álvarez *et al.*, 2018). De acuerdo con (Arias, 2010) la utilización de los ME promueven la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.

La aplicación foliar del vermicompost lixiviado estimuló la producción del NHP del rábano en comparación con el tratamiento control (figura 1). Este aumento del NHP con la utilización del VL fue reportado en el cultivo del rábano por (Fleitas *et al.*, 2013) y en otras especies como sorgo (Gutiérrez *et al.*, 2008) y tomate (Jarecki *et al.*, 2005; Tejada *et al.*, 2008).

Obsérvese el efecto benéfico en el NHP con la aplicación foliar del BB-16 comparado con el control (figura 1). Este análogo está compuesto por diferentes sustancias que estimulan el crecimiento de los cultivos (Bajguz y Tretyn, 2003). Este efecto bioestimulante de la aplicación del BB-16 fue reportado para diferentes cultivos como en el tabaco (Leubner,

Table 1 showed the positive effect of biostimulants both AP and DRT, compared to the control. The increases in AP and DRT compared to the control were 4.8 and 4.2 cm, equivalent to 55.81 and 48.84%, respectively.

The foliar application of ME-50, VL and BB-16 stimulated the growth of the plants in relation to the control (figure 2). The increase of AP in radish, bean and tomato with the foliar application of the ME-50 could be explained by the incorporation of substances and elements present in its composition, which stimulate the growth of plants (López *et al.*, 2017; Sotelo *et al.*, 2012; Olivera *et al.*, 2015; Calero *et al.*, 2017, 2018). Foliar application of VL increased AP in radish plants compared to control (figure 2); this result could be due to the excellent characteristics and abundant nutrients present in VL (Ravindran *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2017).

On the other hand, the use of BB-16 also had a marked difference in AP of the horseradish plants in relation to the control (figure 2). The increase in AP could be related to the incorporation of substances that have a chemical structure similar to phytohormones (Wajahatullah, 2009; Fernandez, 2012); this result was also observed in bean plants (Calero *et al.*, 2016, 2017).

All biostimulants applied significantly augmented DRT compared to the control; there is no differences between biostimulants treatments (table 1). The treatments with ME-50, VL and BB-16 increased the DRT by 0.92; 0.70 and 0.62 cm in relation to the control, which is

2001), tomate (Reyes *et al.*, 2010) y en frijol (Martínez *et al.*, 2017; Peña *et al.*, 2016; Quintero *et al.*, 2018).

En el cuadro 1 se observa que los bioestimulantes ejercieron un efecto positivo tanto en la AP, como en el DRT, existiendo diferencias significativas entre los tratamientos con el control en ambas variables. Los incrementos respecto al control fueron de 4,8 y 4,2 cm lo que significó un incremento del 55,81 y 48,84 % respectivamente.

La aplicación foliar de los bioestimulantes ME-50, VL y BB-16 estimularon el crecimiento de las plantas en relación al control (figura 2). Este aumento de la AP en las plantas de rábano con la aplicación de foliar de los ME pudo estar ocasionado por la incorporación de sustancias

equivalent to an increase of 46.0, 35.0 and 31.0%, respectively.

The foliar application of the biostimulants was efficient in the increase of the DRT in relation to the control (Figure 3), especially due to the increase in morphological indicators such as NHP and AP (figure 1 and table 1). In radish plants, ME-50 showed an increase of DRT; this positive effect was also exposed by Arias (2010) in radish, and in other crops such as bean (Calero *et al.*, 2018), tomato (Olivera *et al.*, 2015) and carrot (Núñez *et al.*, 2017).

The application of VL was also beneficial in increasing DRT in radish crop (Fleitas *et al.*, 2013). Likewise, BB-16 has a favorable effect on the development of different plant species

Cuadro 1. Comportamiento de la altura promedio de las plantas y el diámetro de las raíces tuberosas en el cultivar “PS-9”.

Table 1. Behavior of the average height of the plants and the diameter of the tuberous roots in the cultivar “PS-9”.

| | Altura (cm) | Diámetro de las raíces (cm) |
|-----------------|---------------|-----------------------------|
| ME-50 | 13,40± 0,45 a | 2,92± 0,07 a |
| Humus lixiviado | 12,80± 0,51 a | 2,70± 0,03 a |
| Biobras-16 | 13,20± 0,47 a | 2,62± 0,07 a |
| Control | 8,60± 0,83 b | 2,00± 0,09 b |
| CV (%) | 6,53 | 4,33 |
| EE(±) | 0,45 | 0,04 |
| DMS (5%) | 2,22 | 0,36 |

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente, según Tukey (p<0,05). Medias de los valores promedio de la altura y el diámetro de las raíces más la desviación estándar. CV (%): coeficiente de variación. EE (±): error estándar.

y elementos que estimulan el crecimiento de las plantas, presentes en su composición (López *et al.*, 2017; Sotelo *et al.*, 2012), hecho también observado en plantas de tomate (Olivera *et al.*, 2015) y en frijol (Calero *et al.*, 2017, 2018). La aspersión foliar del VL incrementó la AP de rábano comparado con el control (figura 2). Este resultado podría deberse a las excelentes características físicas y abundantes nutrientes (Ravindran *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2017).

Por otra parte, la utilización del BB-16 también tuvo una marcada diferencia en la AP de rábano en relación al tratamiento control (figura 2). Este aumento de la AP con la aplicación del BB-16 pudo estar

(Álvarez *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018).

The results achieved in this work coincide with that expressed by Poelhman (1988) who said that the diameter of the roots is very important for obtaining high yields. Laguna and Contreras (2000) said that the high yield of the crop depends on the diameter of the agricultural fruits. Restrepo (2007) explained that the diameter of the fruits is an important factor of quality that is determined by the size of the leaves and the length of the petioles, whose characteristics depend on the age and variety of the plant.

As for the fresh biomass, the figure 2 exposes that treatments with ME-50,

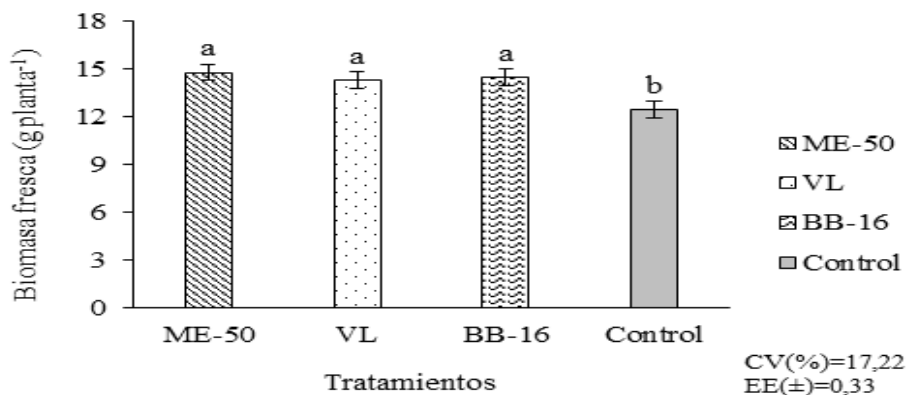


Figura 2. Comportamiento de la biomasa fresca de las plantas de rábano en los tratamientos evaluados. Medias con letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variación. EE (\pm): error estándar.

Figure 2. Behavior of fresh biomass of radish plants in the treatments evaluated. The means with different letters are statistically different, according to the Tukey test ($P \leq 0.05$). CV (%): Coefficient of variation. EE (\pm): Standard error.

relacionado con lo incorporación de las sustancias que presentan una estructura química similar a las fitohormonas (Wajahatulah, 2009; Fernández, 2012), este hecho fue observado también en plantas de frijol (Calero *et al.*, 2016, 2017).

El DRT fue superior en todos bioestimulantes aplicados ME-50, VL y BB-16, sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con el control (cuadro 1), con aumentos de 0,92; 0,70 y 0,62 cm. Lo que significó un incremento de este indicador de 46,0; 35,0 y 31,0 % respectivamente.

La aplicación foliar de los bioestimulantes fue eficiente en el incremento del DRT en relación al control (figura 3), especialmente

VL and BB-16 significantly exceeded control and did not differ between them. The increases compared to the control were 2.31; 1.82 and 2.31 g.plant⁻¹, respectively, for an average of 16.47 %.

Figure 3 shows the effect of treatments on dry biomass of plants. The best result was obtained with ME-50, which presented significant differences in relation to the control, since the increase in PBS exceeded by 54.05%. The rest of the treatments do not differ significantly from each other, as well as the control or the treatment with ME-50.

Radish plants grown with the application of the ME-50, VL and BB-16 biostimulants were efficient in the

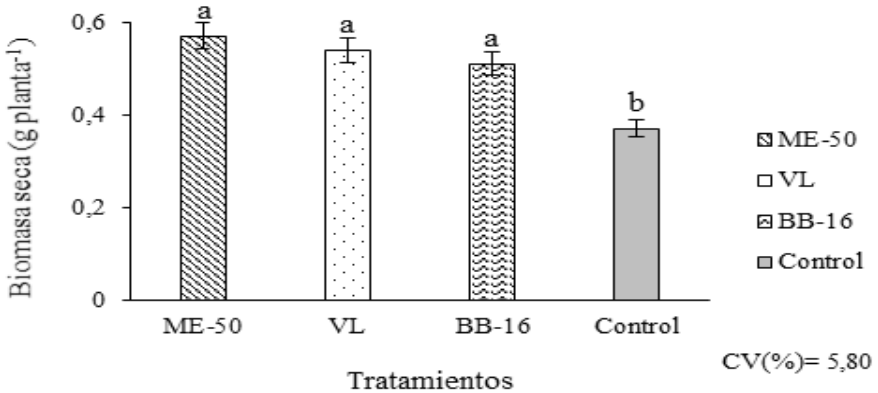


Figura 3. Comportamiento de la biomasa seca de plantas de rábano en los tratamientos evaluados. Medias con letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variación. EE (\pm): error estándar.

Figure 3. Behavior of dry biomass of radish plants in the evaluated treatments. The means with different letters are statistically different, according to the Tukey test ($P \leq 0.05$). CV (%): Coefficient of variation. EE (\pm): Standard error.

debido al incremento de los indicadores morfológicos como el NHP y la AP (figura 1 y cuadro 1). En plantas de rábano quedó evidenciado el efecto de los ME en el aumento del DRT, este efecto positivo fue de los ME en incrementar las características de los frutos agrícolas fue expuesto por (Arias, 2010), y en otros cultivos como el frijol (Calero *et al.*, 2018), tomate (Olivera *et al.*, 2015) y zanahoria (Núñez *et al.*, 2017).

Mientras que, la aplicación del VL fue benéfico en el aumento del diámetro de las raíces tuberosas del rábano (Fleitas *et al.*, 2013). Este efecto benéfico del BB-16 favoreciendo el desarrollo de diferentes especies de plantas (Álvarez *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018).

Los efectos logrados en este trabajo concuerdan con lo expresado por Poelhman (1988) quien afirmó que el diámetro de las raíces tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos. Por su parte Laguna y Contreras (2000) afirmaron que el alto rendimiento del cultivo depende del diámetro de los frutos agrícolas. Restrepo (2007) expuso que el diámetro del fruto agrícola es un factor de calidad importante que está determinado por el tamaño de las hojas y el largo de los pecíolos, esta variable, varía según la edad de la planta y la variedad.

En cuanto a la biomasa fresca en la figura 2, se observa que los tratamientos con ME-50, VL y BB-16 superaron significativamente al control y no difirieron entre ellos. Los incrementos respecto al no tratado fueron de 2,31; 1,82 y 2,31 g.planta⁻¹

increase of PBF and PBS in relation to control (figures 2 and 3). This beneficial effect of the biostimulants could be explained by the increase of NHP, AP and DRT (figure 1 and table 1).

In other works it is concluded that these products are important because they can influence different physiological processes of plants to stimulate their growth and development (Kollárová and Zelko, 2007; Field, 2009).

The behavior of the percentage of damaged tubers is explained in table 2, showing significant differences between the treatments. The lowest values of damaged roots corresponded to the use of ME-50 with only 20%; this value showed a reduction in more than 60% compared to the control. The plants with application of VL and BB-16 also had a reduction of the percentage of affected roots by 52.38 % in relation to the control.

The foliar applications of ME-50, VL and BB-16 on radish plants favored the reduction of the percentage of damaged tuberous roots in relation to the control (table 2); the increase of NHP, AP, DRT, PBF and PBS could explain the beneficial effects of this biostimulants in the PRA (figures 1, 2, 3 and table 1).

There were no significant differences between the yields produced by the treatments with ME-50, VL and BB-16, but all exceeded the control by 40 %, 38.21 % and 37.5 %, respectively (figure 4). The foliar application of the ME-50 stimulated the radish yield, since it would have increased the values of NHP, AP, DRT, PBF, PBS and PRA (tables 1, 2 and figures 1,

respectivamente para un aumento promedio de la biomasa fresca de las variantes con bioproductos de 16,47% en relación al control.

La figura 3 muestra el efecto de los tratamientos en la biomasa seca de las plantas. Se observa que el mejor comportamiento con diferencias significativas en relación al control, fue de la variante con ME-50 está lo superó en un 54,05 %. El resto de los tratamientos no difirieron significativamente entre sí, pero tampoco del control ni del tratamiento de comportamiento más favorable.

Las plantas de rábano crecidas con la aplicación de los bioestimulantes ME-50, VL y BB-16 fueron eficientes en el aumento de la PBF y PBS en relación al control (figuras 2 y 3). Este efecto benéfico de los bioestimulantes en el aumento de estos indicadores, pudo ser porque incrementaron el NHP, AP y el DRT (figura 1 y cuadro 1).

En diferentes trabajos desarrollados con productos obtenidos a partir de la utilización de bioestimulantes, coinciden en conferirles a estos productos una gran importancia al ser capaces de influir en diferentes procesos fisiológicos que ocurren en el vegetal que hace que estimulen el crecimiento y desarrollo de las plantas (Kollárová y Zelko, 2007; Field, 2009).

El comportamiento del porcentaje de tubérculos dañados se observa en el cuadro 2. Entre las variantes evaluadas hubo diferencias significativas. Los menores valores de las raíces dañadas correspondieron a la utilización del bioestimulante ME-50 con solo el 20 %. Este valor se redujo en más del 60 % comparado

2, 3); this result was also observed by other authors in this crop (Elizondo, 2007; Sotelo *et al.*, 2012) and other species (Álvarez *et al.*, 2018; Calero *et al.*, 2018; Liriano *et al.*, 2015; Núñez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018).

On the other hand, the foliar application of VL was also efficient in the increase radish production; this fact was also reported by Fleitas *et al.* (2013) and Sotelo *et al.* (2012). Similar results were reported in several species by different authors (Gutiérrez *et al.*, 2008; Jarecki *et al.*, 2005; Sallaku *et al.*, 2009; Tejada *et al.*, 2008). The foliar application of BB-16 was equally beneficial in the radish yield, such as explained by Álvarez *et al.* (2013) and several authors in different crops (Martínez *et al.*, 2017; Peña *et al.*, 2016; Quintero *et al.*, 2018; Reyes *et al.*, 2010).

These results corroborate those raised by Farouk and Amany (2012) and Subdisha *et al.* (2012) who consider biostimulants as bioregulators of plant development, since they can regulate the synthesis and action of hormones, as well as various processes of organogenesis and plant growth.

Finally, the hypothesis studied was verified, explaining that the foliar applications of ME-50, leachate of vermicompost and Biobras-16, had a biostimulant effect in radish plants, which is uncommon in the agricultural production of radish. The study must be expanded

to demonstrate the effect of simple or combined applications of biostimulants in crops, as well as the application time in conditions controlled and field.

Cuadro 2. Comportamiento del porcentaje de raíces tuberosas afectadas (PRA) en los tratamientos evaluados.**Cuadro 2. Behavior of the percentage of affected tuberous roots (PRA) in the treatments evaluated.**

| Tratamientos | PRA (%) | Datos |
|-----------------|---------|---------------|
| | | transformados |
| ME-50 | 20,00 | 0,93 a |
| Humus lixiviado | 25,00 | 1,05 b |
| Biobras-16 | 25,00 | 1,05 b |
| Control | 50,00 | 1,60 c |
| CV (%) | --- | 3,24 |
| EE(±) | --- | 0,01 |

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variación. EE(±): error estándar.

con el control. Las variantes donde se aplicaron el VL y BB-16 también tuvieron un comportamiento favorable en la reducción del porcentaje de raíces afectadas de 52,38% en relación al control.

La aplicación foliar de los bioestimulantes ME-50, VL y BB-16 sobre las plantas de rábano favorecieron la reducción del porcentaje de frutos agrícolas afectados en relación al tratamiento control (cuadro 2). Estos efectos benéficos pudieron estar dado por el aumento de los componentes morfoproductivos como el NHP, AP, DRT, PBF y PBS (figuras 1, 2, 3 y cuadro 1).

En este estudio el tratamiento ME-50, presentó la mayor productividad, sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó VL y BB-16, pero todos superaron al control (figura 4). Los incrementos respecto a este último fueron de 40

Conclusions

The use of the three biostimulants, ME-50, VL and BB-16, in the agricultural production of radish under organoponic conditions was beneficial, Since they had positive effects on the average of leaves per plant, the height of the plant, the diameter of the tuberous roots, the production of fresh and dry biomass and the percentage of damaged tuberous roots, which lead to an increase in yield of 1,05 kg.m⁻² in relation to the control.

End of English version

% cuando fue aplicado ME-50, 38,21 % con el VL y 37,5 % con el BB-16. Quedo evidenciado que la aplicación de los ME-50 estimuló el rendimiento del rábano, porque fue incrementado los indicadores morfoagronómicos

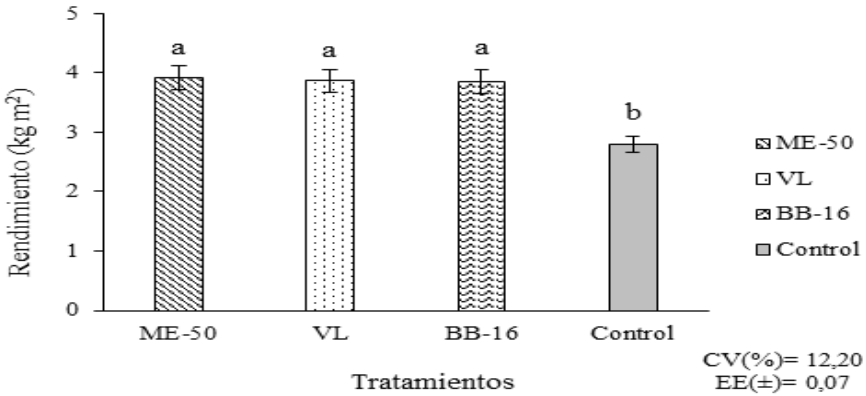


Figura 4. Comportamiento del rendimiento de las raíces tuberosas en los tratamientos evaluados. Medias con letras desiguales en los tratamientos difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variación. EE(±): error estándar.

Figura 4. Behavior of the yield of tuberous roots in the treatments evaluated. The means with different letters are statistically different, according to the Tukey test ($P \leq 0.05$). CV (%): Coefficient of variation. EE (±): Standard error.

evaluados como el NHP, AP, DRT, PBF, PBS y PRA (cuadros 1, 2 y figuras 1, 2, 3), hecho también observado por otros autores en este cultivo (Elizondo, 2007; Sotelo *et al.*, 2012) y en otras especies (Álvarez *et al.*, 2018; Calero *et al.*, 2018; Liriano *et al.*, 2015; Núñez *et al.*, 2017; Quintero *et al.*, 2018).

Por otra parte, la aplicación del VL fue eficiente en el aumento de la productividad del rábano, hecho observado por (Fleitas *et al.*, 2013; Sotelo *et al.*, 2012). Resultados similares fueron reportados en varias especies por diferentes autores (Gutiérrez *et al.*, 2008; Jarecki *et al.*, 2005; Sallaku *et al.*, 2009; Tejada *et al.*, 2008). También fue benéfica la aplicación foliar del BB-16 en el

aumento del rendimiento del cultivo del rábano, hecho observado por Álvarez *et al.* (2013) y varios autores en diferentes cultivos (Martínez *et al.*, 2017; Peña *et al.*, 2016; Quintero *et al.*, 2018; Reyes *et al.*, 2010).

Estos resultados corroboran lo planteado por Farouk y Amany (2012) y Sudisha *et al.* (2012) que los bioestimulantes son considerados actualmente como biorreguladores en el desarrollo de las plantas, pues pueden regular la síntesis y acción de las hormonas y distintos procesos de organogénesis y crecimiento y de manera directa y en específica regulan muchos de los procesos fisiológicos que se traducen en la formación de órganos en las plantas.

Finalmente, la hipótesis estudiada fue verificada, indicando el efecto bioestimulante de la aplicación foliar individual de los ME-50, vermicompost lixiviado y el BB-16, hechos poco observado en la producción de rábano. El estudio realizado, debe ser ampliado para demostrar el efecto de los bioestimulantes de forma individualizada o combinada, nuevos momentos de aplicación en condiciones controladas y de campo.

Conclusiones

La utilización de los tres bioestimulantes, ME-50, VL lixiviado y BB-16, en la producción del cultivo del rábano en condiciones de organopónico fue beneficiosa, ya que tuvo efectos positivos en el incremento de la producción promedio de hojas por planta, la altura de la planta, el diámetro de la raíz tuberosa, la producción de biomasa fresca y seca y una reducción del porcentaje de las raíces tuberosas, que conllevaron a un aumento del rendimiento de 1,05 kg.m⁻² en relación al control.

Literatura citada

Africano, K., y E. Pinzón. 2014. Comportamiento fisiológico de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) sometidas a estrés por salinidad. Conexión Agropecuaria JDC. 4 (2): 13– 24.

Álvarez, B. I. E. I. Reynaldo, R. Cartaya y V. Terán. 2013. Efectos de una mezcla de oligogalacturónidos en hortalizas de importancia económica. Cultiv. Trop. 32(3): 69-74.

Álvarez, J., D. Núñez, R. Liriano y G. Terence. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea*

L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. Centro Agrícola. 39(4): 27–30.

- Álvarez, M., F. Tucta, E. Quispe y V. Meza. 2018. Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.) Sci. Agropecu. 9(1): 33–42.
- Arias, A. 2010. Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Journal de Ciencia e Ingeniería. 02(02): 42–45.
- Bajguz, A., and A. Tretyn. 2003. The chemical structures and occurrence of brassinosteroids in plants, in: HAYAT, S., Ahmad, A. (Eds.), Brassinosteroids bioactivity and crop productivity. Kluwer Academic Publishers, Aligarh, India, pp. 1–44.
- Barbosa, J. C., y W. Maldonado Junior. 2014. AgroEstat - Sistema de análisis estadísticas para Ensayos Agronómicos. Versión 1.1.0.712. Jaboticabal, Departamento de Ciencias Exactas. Universidad Estatal Pualista “Júlio de Mesquita Filho”.
- Calero, A., E. Quintero y Y. Pérez. 2017. Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agrotecnia de Cuba. 41(1): 1–13.
- Calero, A., E. Quintero, D. Olivera, Y. Pérez, I. Castro, J. Jiménez y E. López. 2018. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. Cultiv. Trop. 39(1): 5–10.
- Calero, A., Y., Pérez y D. Pérez. 2016. Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMas-E en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Monfragüe Desarrollo Resiliente. 7(2): 161–176.
- Criollo, H., y J García. 2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Rev. Colomb. Cienc. Hort. 3(2): 210-222.
- Elizondo, J. 2007. Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba* L.) fertilizada con diferentes abonos. Agromoso. 18(2): 255-261.

- Farouk, S., y A. R. Amany. 2012. Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. *Egyptian Journal of Biology*. 14(1): 14-16.
- Fernández, P. 2012. Efecto de los bioestimulantes foliares en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) SARIG-454 en casas de cultivo protegido. *Investigación y Saberes*. 1(2): 44-52.
- Field, R., B. A. Hawkins, H. V. Cornell, D. J. Currie, J. A. Diniz, J. F. Guégan and E. M. O'Brien. 2009. Spatial species richness gradients across scales: a meta analysis. *J. Biogeogr.* 36(1): 132-147.
- Fleitas, M., T. Benítez and R. Castillo. 2013. Evaluación del humus de lombriz y estiércol bovino en la producción del rábano (*Raphanus sativus* L.) en condiciones de organopónico. *Rev. Pakamuros* 1, 2306-9805.
- Gómez, R.; G. Lázaro y J. A. León. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*. 24(1): 11-20.
- González, L. G., A. Falcón, M. C. Jiménez, L. Jiménez, J. Silvente y J. C. Terrero. 2015. Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un periodo tardío. *Revista Amazónica*. 1(2): 42-48.
- Gutiérrez, F.A., R.C. García, R. Rincón, M. Abud, O. María, M.J. Cruz and L. Dendooven. 2008. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology* 99 (14): 6174-6180.
- Higa, T. 1997. Making a world of difference through the technology of effective microorganisms (EM). *EM Technologies, Inc*, 8 p.
- INIFAT, (Manual de organopónicos y huertos intensivos). El Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana. Cuba. 2007. 183 p. ISBN 980-215-022-3.
- Jarecki, M.K., C. Chong and R.P. Voroney. 2005. Evaluation of compost leachates for plant growth in hydroponic culture. *J. Plant Nutr.* 28(4): 651-667.
- Kollárová, K., and M. Zelko. 2007. Growth and anatomical parameters of adventitious roots formed on mung beans hypocotyls are correlated with galacto glucomannan oligosaccharides. *New For.* 33(3): 309-323.
- Laguna, R. J., y J. C. Contreras. 2000. Efecto de biofertilizante (EM-BOKASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del rábano. *La Calera*. 1(1): 26-29.
- Leubner, G., 2001. Brassinosteroids and gibberellins promote tobacco seed germination by distinct pathways. *Planta*. 213: 758-763.
- Liriano, R., D. Núñez, L. Hernández y A. Castro. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola*. 42(2): 25-32.
- López, E., A. Calero, Y. Gómez, Z., Gil, D., Henderson y J. Jimenez. 2017. Efecto agronómico del biosólido en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*): control biológico de *Rhizoctonia solani*. *Cultiv. Trop.* 38(1): 13-23.
- Luna, M., y J. Mesa. 2016. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Agroecosistemas*. 4(2): 31-40.
- Martínez, L., L. Maqueira, M.C. Nápoles y M. Núñez. 2017. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados. *Cultiv. Trop.* 38(2): 113-118.
- Núñez, D.B., R. Liriano, Y. Pérez, I. Placeres y G. Sianeh. 2017. Respuesta de *Daucus carota*, L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. *Centro Agrícola*. 44(2): 29-35.
- Olivera, D., L. Leiva, A. Calero y J.F. Meléndrez. 2015. Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (MNM) en el comportamiento agro-productivo de cultivos hortícolas. *Agrotecnia de Cuba*. 39(7): 34-42.
- Pant, A.P., T.J. Radovich, N. V. Hue, S.T. Talcott and K.A. Krenek. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *J. Sci. Food Agric.* 89(14): 2383-2392.

- Pedraza, R. O. K. R. Teixeira, A. Fernández, I. García, B. E. Baca, R. Azcón, V. Baldani y R. Bonilla. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 11(2): 155-164.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, D. Olivera, P.F. Fuentes, J.F. Meléndrez. 2016. Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba. *Agron. Costarric. 40(2)*: 117-127.
- Poelhman, J. M. 1988. Mejoramiento genético de las cosechas. 1ra edición. Ed. Ciencia y Técnica. México. 453 p. ISBN 978-96818-53-69-3.
- Preciado, P., M. Fortis, J.L. García, E.O. Rueda, J.R. Esparza, A. Lara, M.A. Segura y J.A. Orozco. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia*. 36(9): 689-693.
- Quintero, E., A. Calero, Y. Pérez y L. Enríquez. 2018. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Cent. Agrícola*. 45(3): 73-80.
- Ravindran, B., J.W. Wong, A. Selvam and G. Sekaran. 2016. Influence of microbial diversity and plant growth hormones in compost and vermicompost from fermented tannery waste. *Bioresour. Technol.* 217: 200-204.
- Restrepo, R. J. 2007. Manual práctico: El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de piedras. 1ra edición. Harinado rocas. Ed. SIMAS. Managua, Nicaragua, 91 p. ISBN: 978-99924-55-27-2. Sotelo, L., J. A. Jiménez, A. Tarsicio, y M. C. Cueto. 2012. Microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus* L.). *Biotechnol. Sector Agropecuario Agroind.* 10(1): 21-31.
- Reyes, Y., L.M. Mazorra, L. Martínez y M. Núñez. 2010. Efecto del análogo de brasinoesteroide (Biobras-16) en la germinación y el crecimiento inicial de las plantas de dos variedades de tomate en condiciones de estrés salino. *Cultiv. Trop.* 31(2): 103-109.
- Rosabal, L., L. Martínez; Y. Reyes y M. Núñez. 2013. Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobras-16® en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultiv. Trop.* 34 (3): 71-75.
- Sallaku, G., I. Babaj, S. Kaciu and A. Balliu. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. *J. Food, Agric. Environ.* 7(3, 4): 869-872.
- Sotelo, L.I., J.A. Jiménez, A. Tarsicio y M.C. Cueto. 2012. Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus*). *Biotechnol. en el Sect. Agropecu. Agroindustrial.* 10(1): 21-30.
- Sudisha, J., G. R. Sharathchandra, W. K. Amruthesh, A. Kumar and S. H. Shekar. 2012. Pathogenesis related proteins in plant defense response. *Plant Defense: Biological Control.* 12(4): 379-403.
- Tejada, M., J.L. González, M.T., Hernández y C. Garcia. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. *Bioresour. Technol.* 99(14): 6228-6232.
- Wajahatulah, K. 2009. Seaweed extracts as Biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28(4): 386-399.
- Young, C., S. Cheol, S. Lee, H. Cho, and J. Stangoulis. 2011. Growth and physiological responses of Chinese cabbage and radish to long-term exposure to elevated carbon dioxide and temperature. *Hort. Environ. Biotechnol.* 52(4): 376-386.
- Zhao, H.T., T.P. Li, Y. Zhang, J. Hu, Y.H. Bai, Y. H. Shan and F. Ke. 2017. Effects of vermicompost amendment as a basal fertilizer on soil properties and cucumber yield and quality under continuous cropping conditions in a greenhouse. *J. Soils Sediments.* 17: 2718-2730.