

ARTÍCULO CIENTÍFICO

EFECTO DE BIOESTIMULANTES SOBRE EL CRECIMIENTO EN CUATRO HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)

Pico Alvarado Dayana Brigitte^a; Héctor Ardisana Eduardo Fidel^{b*}; Torres García Caridad Antonio^a; Fosado Téllez Osvaldo Alberto^b

^aFacultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Lodana, Santa Ana, Ecuador

^bInstituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ave. Urbina y Che Guevara, Portoviejo, Ecuador

Ingresado: 20/08/2021

Aceptado: 15/12/2021

Resumen

En el pimiento (*Capsicum annuum* L.), como en otras especies cultivadas en Ecuador, se aplican indiscriminadamente los fertilizantes químicos sintéticos. Una alternativa que puede reducir la polución de suelos, aguas y atmósfera es el uso de bioestimulantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de bioestimulantes (estiércol bovino, lixiviados de vermicompost de estiércol bovino, microorganismos eficientes) sobre variables del crecimiento (altura de la planta, diámetro del tallo, cantidad de hojas) en cuatro híbridos de pimiento (Quetzal, Odín, Nathalie y Canario) en condiciones de cultivo protegido y riego localizado, entre 2017 y 2019. En cada híbrido se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas. Las variables se midieron a los 60 días después del trasplante. El uso de los bioestimulantes indujo diferencias significativas en las variables evaluadas. Las diferencias se expresaron en dependencia del híbrido, pero en todos los híbridos al menos un bioestimulante condujo a valores similares o superiores a los alcanzados con la fertilización química a base de nitrógeno, fósforo y potasio (control). Los resultados obtenidos sugieren el empleo de los bioestimulantes como opción productiva para la sustitución parcial de los fertilizantes químicos por parte de los productores.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L.,

estiércol bovino, lixiviados de vermicompost, microorganismos eficientes

EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON GROWTH IN FOUR PEPPER HYBRIDS (*Capsicum annuum* L.)

Abstract

In the pepper (*Capsicum annuum* L.), as in other species cultivated in Ecuador, synthetic chemical fertilizers are applied indiscriminately. An alternative that can reduce soil, water, and atmosphere pollution is the use of biostimulants. The objective of this research was to evaluate the effect of biostimulants (bovine manure, vermicompost leachates from bovine manure, efficient microorganisms) on growth variables (plant height, stem diameter, number of leaves) in four pepper hybrids (Quetzal, Odín, Nathalie and Canario) under protected cultivation and localized irrigation conditions, between 2017 and 2019. A randomized complete block design with three replicates was used in each hybrid. Variables were measured 60 days after transplantation. The use of biostimulants induced significant differences in the variables evaluated. The differences were expressed in dependence on the hybrid, but in all the hybrids at least one biostimulant led to values similar or higher than those achieved with chemical fertilization based on nitrogen, phosphorus and potassium (control). The results obtained suggest

the use of biostimulants as a productive option for the partial substitution of chemical fertilizers by producers.

Keywords: *Capsicum annuum* L., bovine manure, efficient microorganisms, vermicompost leachates

I. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza muy demandada por los consumidores, por su excelente sabor y aporte nutricional. En el mundo se producen más de 31 millones de toneladas en casi 2 millones de hectáreas cultivadas; en Ecuador se obtienen aproximadamente 5 500 t en 1 700 ha de cultivo [1], siendo las provincias de Santa Elena, Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción. Las condiciones climáticas de estas provincias de la costa del Ecuador favorecen el desarrollo de la especie, aunque también se cultiva en áreas de la sierra a baja altitud, como Imbabura, Loja y Chimborazo [2].

Los requerimientos nutricionales del pimiento varían en función de las fases fenológicas del cultivo; el nitrógeno es importante durante todo el ciclo vital de la planta, mientras que otros macronutrientes como el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio influyen sobre el cuajado y maduración de los frutos [3]. Por esa razón los agricultores emplean fertilizantes químicos sintéticos en el cultivo de esta especie, a pesar de que su uso indiscriminado contribuye a contaminar los suelos y las aguas [4, 5]. En Ecuador, el consumo de fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio en 2018 fue de 386,8 kg ha⁻¹ [6].

Una posible alternativa a la aplicación de estos productos es el uso de bioestimulantes [7]. Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, incrementan la absorción y asimilación de nutrientes, la tolerancia al estrés o mejoran su comportamiento agronómico, independientemente de su contenido de nutrientes [8]. Los bioestimulantes potencian la vitalidad y el crecimiento de las plantas, y las protegen de las infecciones [9], lo que brinda opciones útiles al agricultor, entre las que se encuentran el empleo de sustancias húmicas diluidas [10] y diversos microbios [11]. El efecto de productos bioestimulantes de esta naturaleza ha sido demostrado en varias especies, entre ellas banano [12], frijol [13], estevia, maní, acelga y ajonjolí [14].

La utilización de bioestimulantes por los agricultores depende en gran medida del acceso que tengan a estos productos, ya sea por su bajo costo o por la posibilidad de producirlos en sus propias áreas, aprovechando residuos de la producción agropecuaria [15].

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de bioestimulantes de fácil obtención para los productores sobre variables del crecimiento en cuatro híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) que se cultivan en la provincia de Manabí, Ecuador.

II. METODOLOGÍA

Los experimentos se desarrollaron entre 2017 y 2019 en condiciones de cultivo semiprotegido, en el Campus Experimental "La Teodomira", perteneciente a la Universidad Técnica de Manabí, situado en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, localizada geográficamente a 01°09' de latitud sur y 80°21' de longitud oeste, con una altitud de 60 msnm. Como material de siembra se utilizó semilla certificada de cuatro híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.): Quetzal, Odín, Nathalie y Canario. Los semilleros se llevaron a cabo en turba, en bandejas germinadoras de 50 alvéolos y de 10 cm de profundidad. El trasplante se realizó a los 15 días después de la germinación, sobre un suelo Inceptisol [16].

En cada híbrido se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas. Cada bloque constó de cuatro parcelas experimentales, y cada una de estas, de cuatro surcos con un marco de plantación de 0,70 x 0,70 m, con una densidad de 20400 plantas ha⁻¹. El riego fue localizado, por medio de cintas colocadas en la hilera de plantación.

El estiércol bovino (EB) y el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVEB) fueron producidos en la Asociación Agrícola Paraíso de los Ceibos, ubicada en La Cañita, Parroquia Charapotó del cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador, bajo asesoramiento técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Los microorganismos eficientes (ME) se obtuvieron en el Campus Experimental "La Teodomira", de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTM. Para ello se cultivaron *Rhodopseudomonas palustris* (10³ UFC L⁻¹), *Saccharomyces cerevisiae* (10³ UFC L⁻¹), *Lactobacillus casei* (10⁴ UFC L⁻¹), *Lactobacillus plantarum* (10⁴ UFC L⁻¹), melaza (10 % del

volumen final) y leche pasteurizada (15 % del volumen final). La mezcla se dejó fermentar en un tanque plástico a pH 3,5 y temperatura ambiente en condiciones de anaerobiosis por 15 días, y luego se bombeó aire de manera constante durante 15 días; por último la mezcla se filtró a través de una tela fina.

El NPK (YaraMila®) se aplicó en el momento del trasplante, a razón de 10 g planta⁻¹, así como el EB; la aplicación de los LVEB y ME fue foliar, cada 10 días después del trasplante (1 000 L ha⁻¹). Los tratamientos experimentales ensayados en cada uno de los híbridos se muestran en la Tabla 1.v

Tabla 1. Tratamientos experimentales ensayados en los híbridos

Tratamiento	Quetzal	Odin	Nathalie	Canario
1	LVEB 1:10 v/v	EB 1 tha ⁻¹	LVEB 1:10 v/v	ME 1:10 v/v
2	LVEB 1:20 v/v	EB 3 tha ⁻¹	LVEB 1:20 v/v	ME 1:20 v/v
3	LVEB 1:30 v/v	LVEB 1:20 v/v	LVEB 1:30 v/v	LVEB 1:10 v/v
4	NPK	LVEB 1:30 v/v	LVEB 1:40 v/v	LVEB 1:20 v/v
5		NPK	LVEB 1:50 v/v	NPK
6			LVEB 1:60 v/v	
7			NPK	

LVEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; EB: estiércol bovino; ME: microorganismos eficientes; NPK: Yaramila® 12:11:18.

Se realizaron análisis de propiedades químicas del suelo y de los LVEB en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD). La cantidad de nutrientes en el suelo se categorizó como alta o baja según lo establecido por la Red Nacional de Laboratorios de Suelos del Ecuador [17]. Debido a la inexistencia de normas de calidad nutricional para los LVEB, se utilizaron los mismos parámetros en su categorización.

Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta (cm) medida con un flexómetro desde el suelo hasta el ápice de la planta, diámetro del tallo (mm) medido con un calibrador (Vernier) a 5 cm del suelo, y cantidad de hojas; todas se determinaron a los 60 días después del trasplante en las tres plantas centrales de los surcos 2 y 3 de cada réplica.

Se realizaron las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene para comprobar la normalidad y homocedasticidad de los datos, respectivamente. Se efectuaron análisis de varianza con los datos de las tres variables, y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Se empleó en todos los casos el software IBM® SPSS® Statistics v.21.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas del suelo y del LVEB. La Tabla 2 muestra las propiedades químicas del suelo sobre el cual se desarrollaron los experimentos.

Tabla 2. Propiedades químicas del suelo

Parámetro	Unidad de medida	Valor
pH		6,9 (casi neutro)
Materia orgánica	%	2,14 (bajo)
N	%	0,09 (bajo)
P	mg kg ⁻¹	83,53 (alto)
K	cmol kg ⁻¹	2,83 (alto)
Ca	cmol kg ⁻¹	19,36 (alto)
Mg	cmol kg ⁻¹	5,15 (alto)
Fe	mg kg ⁻¹	<15,0 (bajo)
Mn	mg kg ⁻¹	28,3 (alto)
Cu	mg kg ⁻¹	4,63 (alto)
Zn	mg kg ⁻¹	<1,82 (bajo)

Como puede apreciarse, nutrientes como el nitrógeno, el hierro y el zinc, así como la materia orgánica, aparecen en baja cantidad en el suelo; los restantes (fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso y cobre) se encuentran en cantidades altas. Las cantidades de nutrientes encontradas en el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades químicas del lixiviado de vermicompost de estiércol bovino

Parámetro	Unidad de medida	Valor
N	%	0,18 (bajo)
P	%	0,0015 (bajo)
K	%	0,2780 (bajo)
Ca	%	0,0180 (bajo)
Mg	%	0,0503 (bajo)
Fe	%	0,0003 (bajo)
Zn	%	0,0019 (bajo)

A pesar de que algunos autores [18, 19] han informado sobre la existencia de elementos minerales en los bioestimulantes, en el LVEB la presencia de nutrientes fue escasa. Otras investigaciones [20,21] demuestran que en los LVEB se encuentran sustancias como ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y reguladores de crecimiento, que incrementan la eficiencia de procesos vegetales, entre ellos la absorción de nutrientes [22].

Efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento. Las Tablas 4-7 presentan la influencia de los bioestimulantes ensayados sobre el crecimiento de los cuatro híbridos de pimiento en estudio.

En el híbrido Quetzal los tratamientos experimentales provocaron diferencias significativas en los valores de las tres variables medidas. En cada variable, al menos una de las

diluciones de LVEB condujo a valores superiores que los obtenidos con la fertilización química; en la altura de la planta, las diluciones de 1:10 y 1:30 v/v; en el diámetro del tallo, la dilución 1:30 v/v, y en la cantidad de hojas, las diluciones 1:10 y 1:30 v/v.

Tabla 4. Efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento en el híbrido Quetzal

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Cantidad de hojas
LVEB 1:10 v/v	69,00 ± 1,93 ab	5,39 ± 0,20 c	66,67 ± 3,15 a
LVEB 1:20 v/v	65,61 ± 1,43 bc	5,78 ± 0,30 ab	43,83 ± 2,30 d
LVEB 1:30 v/v	73,78 ± 2,65 a	5,94 ± 0,17 a	62,61 ± 1,80 b
NPK	61,00 ± 1,05 c	5,72 ± 0,28 b	47,44 ± 2,93 c

LVEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; NPK: Yaramila® 12:11:18. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

En el híbrido Odín, las diferencias se encontraron solo en la cantidad de hojas, en la que el tratamiento con NPK superó significativamente a los tratamientos con bioestimulantes, excepto al EB aplicado a razón de 1 tha^{-1} .

Tabla 5. Efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento en el híbrido Odín

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Cantidad de hojas
EB 1 t ha^{-1}	63,17 ± 11,41 a	6,56 ± 1,03 a	130,06 ± 20,64 ab
EB 3 t ha^{-1}	64,19 ± 13,10 a	6,96 ± 1,03 a	101,06 ± 27,18 c
LVEB 1:20 v/v	58,75 ± 11,73 a	6,26 ± 1,12 a	108,00 ± 34,82 bc
LVEB 1:30 v/v	63,19 ± 11,37 a	6,91 ± 1,33 a	108,00 ± 17,08 bc
NPK	64,94 ± 9,12 a	6,99 ± 1,29 a	132,83 ± 26,56 a

EB: estiércol bovino; LVEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; NPK: Yaramila® 12:11:18. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

En el híbrido Nathalie solo se observaron diferencias en el diámetro del tallo, y el tratamiento con NPK mostró valores similares a los alcanzados con LVEB en diluciones entre 1:10 y 1:40 v/v.

Tabla 6. Efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento en el híbrido Nathalie

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Cantidad de hojas
LVEB 1:10 v/v	71,53 ± 5,03 a	6,46 ± 0,30 a	139,93 ± 3,81 a
LVEB 1:20 v/v	69,13 ± 1,91 a	6,27 ± 0,53 ab	138,67 ± 1,38 a
LVEB 1:30 v/v	74,40 ± 3,09 a	6,24 ± 0,55 ab	139,53 ± 1,83 a
LVEB 1:40 v/v	69,93 ± 2,78 a	6,09 ± 0,15 abc	138,33 ± 1,44 a
LVEB 1:50 v/v	66,40 ± 1,14 a	5,15 ± 0,20 c	125,80 ± 1,60 b
LVEB 1:60 v/v	68,07 ± 0,24 a	5,27 ± 0,07 bc	141,07 ± 3,72 a
NPK	77,23 ± 3,33 a	6,86 ± 0,21 a	143,80 ± 2,72 a

LVEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; NPK: Yaramila® 12:11:18. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

Por último, en el híbrido Canario se obtuvieron diferencias en la cantidad de hojas, variable en la cual el tratamiento con NPK resultó en valores inferiores a los del LVEB 1:10 v/v, y similares a los de ME 1:20 v/v y LVEB 1:20 v/v.

Tabla 7. Efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento en el híbrido Canario

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Cantidad de hojas
ME 1:10 v/v	106,50 ± 4,27 a	15,44 ± 1,09 a	158,23 ± 7,99 c
ME 1:20 v/v	106,61 ± 5,21 a	15,67 ± 1,00 a	159,21 ± 6,90 bc
LVEB 1:10 v/v	105,83 ± 4,35 a	15,35 ± 1,71 a	169,43 ± 3,89 a
LVEB 1:20 v/v	107,06 ± 3,31 a	15,91 ± 1,22 a	159,17 ± 5,52 bc
NPK	105,83 ± 7,24 a	15,30 ± 1,48 a	164,03 ± 4,24 b

ME: microorganismos eficientes; LVEB: lixiviado de vermicompost de estiércol bovino; NPK: Yaramila® 12:11:18. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

En general, la respuesta a los bioestimulantes dependió del híbrido, observándose que las variaciones aparecieron en la cantidad de hojas en Odín y Canario, en el diámetro en Nathalie y en todas las variables en Quetzal. La diferente respuesta de los genotipos a los bioestimulantes ha sido demostrada en café (*Coffea arabica* L.) [23], maíz (*Zea mays* L.) [24,25] y berenjena (*Solanum melongena* L.) [26], entre otras especies.

Aunque existen reportes sobre la contribución nutricional de ciertos bioestimulantes, como el aporte de fósforo y potasio por los lixiviados de vermicompost [18], los efectos estimuladores de los bioestimulantes ensayados en esta investigación no se deben al suministro de elementos minerales útiles, si se considera la pobre composición química del LVEB mostrada en la Tabla 3, y lo que señalan otros autores sobre los efectos de este tipo de productos. En contraste con los nutrientes que pueden o no estar presentes en los lixiviados de vermicompost, se ha demostrado también que esos bioestimulantes contienen citoquininas, auxinas, ácido abscísico, giberelinas y brasinoesteroides [27]. La acción de esta clase de sustancias se produce sobre los ápices de las yemas o de las raíces (en dependencia de si se aplican al follaje o al suelo) e incrementa la regulación positiva de genes vinculados con la respuesta hormonal [28], incrementándose como consecuencia procesos como la absorción de agua y nutrientes.

El estiércol bovino también es capaz de estimular los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, y se ha encontrado que puede incrementar la altura y la cantidad de hojas, así como elevar la tasa fotosintética, la transpiración y

la conductancia estomática, aún en condiciones de salinidad [29,30].

Los microorganismos bioestimulantes regulan el nivel de producción de hormonas endógenas en la planta, modificando las rutas de biosíntesis de las fitohormonas [31]. Esta estimulación de la síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento es uno de los mecanismos fisiológicos que conduce al incremento en el vigor de los cultivos [11,32,33].

En todos los híbridos se observó que al menos uno de los bioestimulantes permitió alcanzar un desarrollo del cultivo equivalente o superior al que proporciona la fertilización química sintética. Para los pequeños productores esto representa varias ventajas, entre las que se encuentran el menor costo de los bioestimulantes y la posibilidad de producir algunos de ellos en sus propias fincas. Por otro lado, la reducción del daño ambiental que representa la sustitución parcial de los fertilizantes químicos por bioestimulantes de origen natural convierte a estos últimos en una alternativa útil para el cultivo del pimiento.

IV. CONCLUSIONES

La utilización de estiércol bovino, lixiviados de vermicompost de estiércol bovino y microorganismos eficientes condujo a diferencias significativas en la altura de la planta, el diámetro del tallo y la cantidad de hojas en los híbridos de pimiento, y las diferencias se expresaron en dependencia del híbrido.

En todos los híbridos, al menos uno de los bioestimulantes produjo valores iguales o superiores a los obtenidos con la fertilización química a base de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que demuestra el potencial de estos productos en el cultivo del pimiento

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

REFERENCIAS

- [1] Reyes JJ, Luna RA, Reyes MR, Zambrano D, Vázquez VF. Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. Cent Agr. 2017; 44 (4): 88-94.
- [2] Pinto MB. El cultivo del pimiento y el clima en Ecuador. [Internet] 2013 [acceso 10 de julio de 2021]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- [3] Álvarez F, Pino MT. Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. En: Pino MT, editora. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes. INIA, 2018. p. 41-57.
- [4] Khanna R, Gupta S. Agrochemicals as a potential cause of ground water pollution: A review. Int J Chem Stud. 2018; 6 (3): 985-990.
- [5] García LA, Capera A, Melendez JP, Mayorquín N. Alternativas microbiológicas para la remediación de suelos y aguas contaminados con fertilizantes nitrogenados. Scientia et Technica. 2020; 25 (1): 172-182.
- [6] Knoema. Ecuador-Consumo de fertilizantes. [Internet] 2021 [acceso 5 de julio de 2021]. Disponible en: <https://knoema.es/atlas/Ecuador/Consumo-de-fertilizantes>
- [7] Canellas LP, Olivares FL, Aguiar NO, Jones DL, Nebbioso A, Mazzei P et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Sci Hort. 2015; 196: 15-27.
- [8] Du Jardin P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Sci Hort. 2015; 196: 3-14.
- [9] Drobek M, Frać M, Cybulska J. Plant biostimulants: importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress - a review. Agron. 2019; 9 (6): 335. doi: 10.3390/agronomy9060335
- [10] Vujinović T, Zanin L, Venuti S, Contin M, Ceccon P, Tomasi N et al. Biostimulant action of dissolved humic substances from a conventionally and an organically managed soil on nitrate acquisition in maize plants. Frontiers in Plant Science 2020; 10:1652. doi: 10.3389/fpls.2019.01652
- [11] Selvaraj A. Role of microbial plant biostimulants on improvement of crop growth and

development. Agric & Food: e-Newsl. 2020; 2 (12): 377-9.

[12] Moya MB, Sánchez E, Cabezas D, Calderín A, Marrero D, Héctor E et al. Influence of vermicompost humic acid in chlorophyll content and acclimatization in banana clone, Enano Guantanamero. Afr J Biotech. 2016; 15 (47): 2659-2670.

[13] Torres A, Héctor E, Hernández G, Cué JL, Fosado O. Efectos del BIOSTAN® en los índices de crecimiento y en los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. La Técnica. 2017; 18: 25-35.

[14] Héctor E, Torres A, Fosado O, Peñarrieta S, Solórzano J, Jarre V et al. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cult Trop. 2020; 41 (4): e02.

[15] Falcón AB, González D, Nápoles MC, Morales DM, Núñez MC, Cartaya OE et al. Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana. Anales Acad Cien Cuba. 2021; 11 (1).

[16] SIGTIERRAS, Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. Quito: Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador. [Internet] 2017 [acceso 10 de julio de 2021]. Disponible en: http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_DE_ORDENES_DE_SUELOS_MAG_SIGTIERRAS.pdf

[17] RELASE, Red Nacional de Laboratorios de Suelos del Ecuador. 2017. Informe de la Red Nacional de Laboratorios de Suelos. RELASE, Ecuador. Agrochemicals as a potential cause of ground water pollution: A review Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua4.pdf>

[18] Arthur GD, Aremu AO, Kulkarni MG, Van Staden J. Vermicompost leachate alleviates deficiency of phosphorus and potassium in tomato seedlings. Hort Sci. 2012; 47 (9): 1304-7.

[19] Verma S, Babu A, Patel A., Singh SK, Pradhan SS, Verma SK et al. Significance of vermiwash on crop production: A review. J Pharm Phytochem. 2018; 7 (2): 297-301.

[20] Fathima M, Sekhar M. Studies on growth promoting effects of vermiwash on the germination of vegetable crops. Int J Curr Mic Appl Sci. 2014; 3 (6): 564-70.

[21] Esakkiammal B, Lakshmi Bai L, Sornalatha S. Studies on the combined effect of vermicompost and vermiwash prepared from organic wastes by earthworms on the growth and yield parameters of *Dolichous lab lab*. Asian J Pharm Sci Technol. 2015; 5 (4): 246-52.

[22] Anitha KV. Role of biostimulants in uptake of nutrients by plants. J Pharm Phytochem. 2020; 9 (4): 563-7.

[23] Matamoros A, Mesén F, Jiménez LD. Efecto de fitohormonas y fertilizantes sobre el enraizamiento y crecimiento de mini-estaquillas de híbridos F1 de café (*Coffea arabica*). Rev Cienc Ambient. 2020; 54 (1): 58-75.

[24] Carvalho D, Días I, Cruz JC, Martins DA. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. Rev Bras Milho e Sorgo. 2016; 15 (2): 217-228.

[25] Do Carmo MAP, De Carvalho MLM, Dos Santos HO, Rocha DK, Oliveira JA, De Souza VF et al. Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico. Bra J Dev. 2021; 7 (3): 31727-41.

[26] Pohl A, Grabowska A, Kalisz A, Sekara A. The eggplant yield and fruit composition as affected by genetic factor and biostimulant application. Not Bot Hort Agrobot Cluj-Napoca. 2019; 47 (3): 929-38.

[27] Aremu AO, Stirk WA, Kulkarni MG, Tarkowská D, Turečková V, Gruz J et al. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. Plant Growth Regul. 2015; 75: 483-92.

[28] Barone V, Bertoldo G, Magro F, Broccanello C, Puglisi I, Baglieri A et al. Molecular and morphological changes induced by leonardite-based biostimulant in *Beta vulgaris* L. Plants 2019; 8 (6): 181. doi: 10.3390/plants8060181

[29] Gomes KR, De Sousa GG, Lima FA, Viana TVA, Azevedo BM, Silva GL. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. Irriga 2015; 20 (4): 680-93.

[30] De Souza MVP, De Sousa GG, Sales JRS, Freire MHC, Da Silva GL, Viana TVA. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. Rev Bras Ciênc Agr. 2019; 14 (3): e5672. doi: 10.5039/agraria.v14i3a5672

[31] Ruzzi M, Aroca R. Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. Sci Hort. 2015; 196: 124-34.

[32] Da Silva SF, Lopes F, Canellas LP. The biostimulant manufactured using diazotrophic endophytic bacteria and humates is effective to increase sugarcane yield. Chem Biol Technol Agric. 2017; 4 (1): 24. doi: 10.1186/s40538-017-0106-8

[33] Woo SL, Pepe O. Microbial consortia:

promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. *Front Plant Sci.* 2018; 9:1801. doi: 10.3389/fpls.2018.01801