

Bioestimulante Liplant[®]: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos

Jorge Arnoldo Villegas-Espinoza¹
Juan José Reyes-Pérez^{2, 3}
Alejandra Nieto-Garibay⁴
Francisco Higinio Ruiz-Espinoza¹
Arturo Cruz-Falcón⁴
Bernardo Murillo-Amador^{4§}

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. (jvillegas@uabcs.mx; fruiz@uabcs.mx). ²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. ³Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. La Maná, Ecuador (jjreyesp1981@gmail.com). ⁴Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. La Paz, Baja California Sur, México. (anieto04@cibnor.mx; afalcon04@cibnor.mx).

§Autor para correspondencia: bmurillo04@cibnor.mx.

Resumen

La aplicación de sustancias húmicas, estimula mecanismos bioquímicos, fisiológicos, se han realizado investigaciones que revelan las propiedades y funciones de estas sustancias. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Liplant[®] aplicadas vía foliar (1/10, 1/20, 1/30 v/v y un control-agua destilada-) en el crecimiento, producción y calidad de fruto de tomate, y factibilidad económica. Realizándose bajo condiciones de campo y utilizando un diseño de bloques completos al azar, 5 días después del trasplante se midió altura, diámetro de tallo; 65 días después, se consideró peso fresco y seco de frutos, diámetro polar y ecuatorial, número de frutos, rendimiento, acidez titulable, sólidos solubles totales, índice madurez, contenido de vitamina C, pH del jugo del fruto, pérdida de humedad y firmeza de frutos. La factibilidad económica se realizó considerando rendimiento, valor y costo de producción, beneficio neto, costo y la relación beneficio/costo. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p= 0.05$). El pH de jugo no mostró diferencias significativas entre concentraciones de Liplant[®]. Altura, diámetro del tallo, número de frutos, diámetro polar y ecuatorial, peso fresco y seco de frutos, rendimiento, firmeza de fruto, sólidos solubles totales, vitamina C y pérdida de humedad de fruto mostraron valores superiores cuando las plantas se asperjaron con la dilución de Liplant[®] de 1/30 (v/v). La dilución de 1/30 (v/v) de Liplant[®] generó un beneficio de \$36 753.9 miles de pesos cubanos por hectárea, un beneficio/costo de \$3.6 pesos cubanos y un costo por peso de \$0.21.

Palabras clave: análisis del crecimiento vegetal, calidad del fruto, rendimiento, salinidad en el suelo.

Recibido: enero de 2018

Aceptado: febrero de 2018

Introducción

Los estresores abióticos del agua, las sales y el contenido de metales pesados inducen a la producción de especies reactivas de oxígeno en plantas que consecuentemente les causa estrés oxidativo, lo cual resulta en pérdidas severas en el rendimiento de los cultivos. Varios estudios han investigado los efectos protectores de agro-materiales en plantas en condiciones de estrés. Aplicando a nivel foliar y en raíz de extractos de humus líquido de vermicomposta del estiércol vacuno han mostrado efectos protectores en diversas especies de plantas cultivadas expuestas al estrés por salinidad en el suelo o en el agua de riego (Calderín-García *et al.*, 2013).

La salinidad del suelo se origina por la presencia de cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos de Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} mientras que la conductividad alta en el agua de riego, la cual se debe a una concentración alta de Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- y HCO_3^- disueltos en el agua; por otra lado, el uso frecuente de agroquímicos en la agricultura convencional, ocasiona un efecto negativo en la calidad de los alimentos, altera las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, se reduce la biodiversidad, aumentan los riesgos de salinización, disminuyen considerablemente las reservas energéticas del suelo y se contaminan las aguas superficiales y subterráneas (Méndez-Guisado *et al.*, 2012). De acuerdo con Costales *et al.* (2007), el uso de bio-productos en las especies de plantas cultivadas tiene importancia económica y ecológica, además actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento, que en dosis reducidas aumentan, inhiben o modifican, los procesos fisiológicos de una planta.

El uso de bio-productos, se suma a una agricultura ecológica o agricultura orgánica mundial que permitirá lograr una productividad mayor, sustentable y amigable con el medio ambiente. Este sistema de producción sugiere el uso de productos de origen natural como fuentes de fertilización y bio-estimulación, entre los que se incluyen los abonos orgánicos, los biofertilizantes y bioestimulantes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Este tipo de fertilizantes naturales incrementan la floración y mejora la fructificación en calidad y cantidad de las especies de plantas cultivadas para su aprovechamiento como alimento para la humanidad.

Una de las alternativas generalizada en la agricultura ecológica es el uso de los bioestimulantes, los cuales contribuyen a mejorar la calidad y productividad de las especies cultivadas, al eliminar de forma parcial o total los fertilizantes químicos e introducir los bioestimulantes y los abonos orgánicos como tecnología para producir una agricultura orgánica, ecológica y sustentable. De los bioestimulantes, el humus líquido cuya fuente es el vermicompost, tiene una actividad biológica alta en concentraciones bajas, lo cual facilita el desarrollo del sistema radicular de las plantas, el crecimiento del tallo, las hojas y el incremento en la floración y consecuentemente la fructificación, resultando en plantas más saludables y vigorosas que producen más y se obtiene rendimiento mayor.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una de las hortalizas de mayor auge en el mundo. Clasificándose como el segundo vegetal de mayor importancia debido por su alto nivel de consumo y sus múltiples usos. De acuerdo con la FAO (2017), la producción global de tomate, alcanza los 130 millones de toneladas, con China en el primer puesto como productor de 40 millones de toneladas (SIAP, 2016).

Considerando las premisas anteriormente expuestas, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Liplant[®] aplicadas vía foliar (1/10, 1/20, 1/30 v/v y un control-agua destilada-), en el crecimiento, producción y calidad de fruto de tomate variedad Amalia, así como la factibilidad económica del uso de este producto en esta especie.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en condiciones de campo, en la fecha de siembra recomendada para el área (octubre-enero) del municipio de Jiguaní, provincia oriental de Granma, Cuba, en la Unidad BPC No. 1 “Ernesto Che Guevara” de la Empresa Cauto La Yaya, localizada a los 176° 100’ latitud norte y 506° 000’ LE (Academia de Ciencias de Cuba, 1989). La temperatura y humedad promedio durante el periodo de experimentación fueron 24.5°C y 77.8%, respectivamente acorde con Hernández *et al.* (2013), el suelo del área es de tipo Fluvisol, cuya composición a una profundidad de 21-40 cm mostró un pH de 7.6; una conductividad eléctrica de 2.45 dS m⁻¹, un contenido de materia orgánica de 2.8% y una pendiente menor a 1%, con fertilidad baja y ligeramente salino.

Manejo del experimento

Se usó la variedad de tomate Amalia. La preparación del suelo y las prácticas culturales se realizaron acorde con Gómez *et al.* (2000). Los riegos se aplicaron de acuerdo a las necesidades hídricas del tomate en la región oriental de Cuba. El aporque y deshierbe se realizaron de forma manual.

Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron tres diluciones de Liplant[®], 1/10, 1/20, y 1/30 v/v y un control sin aplicación de este producto (agua destilada). El trasplante se realizó a una distancia de 1.40 m entre surcos y 0.25 m entre plantas, en parcelas de 8 m², con un área experimental total de 164.45 m². La parcela útil consistió en seleccionar las plantas localizadas en los tres surcos centrales de cada unidad experimental, excepto dos plantas de los extremos de cada surco.

El Liplant[®] se aplicó de forma foliar mediante un equipo asperjador modelo Senior, con boquilla cónica, el cual fue previamente calibrado. Las aplicaciones se realizaron a los 10 y 25 días después del trasplante (ddt) y a los 15 días después de la primera aplicación.

Composición del Liplant[®]

El Liplant[®] se considera un bioestimulador vegetal y portador de nutrientes (Ca, Mg, Na, P₂O₅, K, N), aminoácidos libres, polisacáridos, carbohidratos, elementos inorgánicos, sustancias humificadas, microorganismos benéficos, hormonas vegetales y humus solubles, cuya composición por fracciones químicas corresponden a un pH de 8.7, 53.4% de C, 4.85% de H,

35.6% de O, 3.05% de N, 0.72% de S, una relación H/C de 0.08, una relación O/C de 0.62, una relación C/N de 18.4, 4.82 de ácidos húmicos y 7.17 de ácidos fúlvicos en una relación E4/E6 de su coeficiente óptico.

Variables de crecimiento

Para la evaluación de las variables del crecimiento, se utilizaron diez plantas por tratamiento y repetición, seleccionadas aleatoriamente, mientras que, para las variables de calidad del fruto, se seleccionaron al azar diez frutos por tratamiento y repetición. La altura de la planta (cm). Se midió a los 5 días después del trasplante, con un flexómetro a partir de la base del tallo por debajo del primer entrenudo hasta la parte superior de las ramas o copa de la planta. El diámetro de tallo (cm). Se midió a los 5 días después del trasplante, con un vernier o pie de rey.

Variables de la producción

Peso fresco de frutos (g). A los 65 días después del trasplante, se cosecharon los frutos y se pesaron en balanza de precisión (Mettler Toledo® PR2002). El diámetro polar y ecuatorial de frutos (mm). Estas variables se determinaron mediante un vernier o pie de rey (VWR® modelo 62379-531, S/N/ 61581129, USA). El peso seco de frutos (g). Los frutos se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en una estufa de secado (Shel-Lab®, modelo FX-5, serie-1000203) a 65°C, hasta peso constante. El peso se determinó mediante balanza de precisión (Mettler Toledo® PR2002). El número de frutos por planta. Se realizó la cuantificación de los frutos por planta, cuando apareció el 50% de los frutos cuajados de cada planta por tratamiento y repetición. El rendimiento de frutos (t ha⁻¹). Los frutos se cosecharon y pesaron en cada parcela y con ello se estimó el rendimiento.

Variables de calidad de frutos

Sólidos solubles totales o contenido de azúcares (%). Se determinó mediante refractómetro manual (Atago® N-1 alfa, Atago® Co., LTD. Itabachi-ku, Tokio, Japan; ° Brix 0-32%), colocando dos gotas en el prisma del refractómetro, acorde con instructivo del equipo. La Acidez titulable (expresada como porcentaje de ácido cítrico). Se determinó mediante el método de AOAC (1990), homogeneizando 10 g de pulpa del fruto de tomate en una licuadora (Hamilton Beach®, modelo 58149-MXR) con 50 mL de agua destilada y una vez obtenido el jugo o extracto, éste se filtró, se tomaron alícuotas de 10 mL y se adicionó NaOH al 0.01 N hasta lograr la neutralización. El índice de madurez. Es el valor que relaciona los sólidos solubles totales y la acidez titulable. Se determinó al dividir los valores de los sólidos solubles totales y la acidez titulable.

Vitamina C (mg 100 g⁻¹). Se determinó mediante una volumetría de óxido-reducción, utilizando una disolución de yodo como agente oxidante que constituye el titulante patrón (Ciancaglini *et al.*, 2001). Para la medición del pH del jugo del fruto se tomó una muestra de 10 g de pulpa del fruto y se homogenizó en una licuadora (Hamilton Beach®, modelo 58149-MXR) adicionando 100 mL de agua destilada; una vez obtenido el jugo o extracto, éste se filtró y se midió el pH con un potenciómetro portátil (Orion Stara A3215 Thermo Scientific®, USA). Pérdida de peso de frutos (%). El peso de los frutos se del fruto se obtuvo utilizando una balanza analítica

(Mettler Toledo[®], modelo AG204). Se determinó la pérdida de agua respecto al peso inicial del fruto. Firmeza de frutos con cáscara (lb pulg⁻¹). Se determinó mediante penetrometría, utilizando un penetrómetro o durómetro portátil (Mitotuyo[®] Tamex Precision, Japan).

Valoración económica

Para determinar el efecto económico del uso del bioestimulante vegetal Liplant[®], se realizó un análisis contable teniendo como base el rendimiento (t ha⁻¹) y considerando los indicadores siguientes: valor de la producción en miles de pesos (MP) por hectárea (VP); costo de producción de una hectárea en MP (CP); beneficio neto en MP (B); costo por peso para una hectárea de tomate (C/P) y relación beneficio/costo en pesos (B/C), mismos que se calcularon con las ecuaciones siguientes:

$VP=R \times Vm$. Donde: VP= valor de la producción en MP por hectárea; R= rendimiento agrícola en toneladas por hectárea; Vm= valor de una tonelada de tomate.

$CP=Cc+Cct$. Donde: CP= costo de producción de una hectárea en MP; Cc= costo común para una hectárea en MP; Cct= costo de cosecha y transporte de una hectárea en MP.

$B=VP-CP$. Donde: B= beneficio neto en MP; VP= valor de la producción en MP por hectárea; CP= costo de producción de una hectárea en MP.

$C/P=CP/B$. Donde: C/P= costo por peso para una hectárea de tomate; CP= costo de producción de una hectárea en MP; B= beneficio neto en miles de pesos MP.

$B/C=B/CP$. Donde: B/C= relación beneficio/costo en pesos; B= beneficio neto en MP; CP= costo de producción de una hectárea en MP.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se efectuaron pruebas de comparación múltiples de medias (Tukey HSD, $p \leq 0.05$). Con el fin de cumplir con los supuestos de homogeneidad de varianza, se realizaron transformaciones de datos cuando fue necesario. Las variables expresadas en porcentaje se transformaron utilizando arcoseno (Sokal y Rohlf, 1989). Los análisis se realizaron con Statistica[®] v. 10.0 para Windows StatSoft[®], Inc. (2011).

Resultados y discusión

Variables de crecimiento

La altura y diámetro de tallo mostraron diferencias significativas entre tratamientos, observándose que ambas variables incrementaron sus valores en la dilución de 1/30 de Liplant[®] (Cuadro 1). Nápoles-Vinent *et al.* (2016), reportó resultados con respuesta positiva de tomate variedad Amalia ante la acción del Liplant[®], donde el tratamiento más efectivo demostró ser el de

la dilución del producto en concentración de 1/30(v/v). Fonseca de la Cruz *et al.* (2011). En tomate, reporta resultados positivos con el uso de micorrizógenos arbusculares por imbibición a las semillas durante 12 horas y tres tratamientos de humus de lombriz (Liplant[®]).

Los estudios que utilizan el humus de vermicompost como fertilizante foliar coinciden en que el efecto positivo de este producto en el crecimiento de plantas, se debe a la composición bioquímica del Liplant[®] (Nardi *et al.*, 2002). La presencia de minerales y fitohormonas como auxina, que se encuentran en concentración mayor en el Liplant[®], estimulan la altura de plantas (Pierik, 1990; Mayhew, 2004). En otras especies como tabaco, el Liplant[®] también incrementó significativamente el rendimiento agrícola, al asperjarse en una dilución de 1/60 en correspondencia con la longitud y anchura mayor de la hoja y biomasa acumulada en la hoja y tallo (Mariña de la Huerta *et al.*, 2012).

Variables de la producción

Número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de frutos, peso fresco y seco de frutos y rendimiento de frutos, mostraron diferencias significativas entre las diluciones de Liplant[®] y en todas las variables citadas, incrementaron sus valores en la dilución de 1/30 (Cuadro 1).

El peso seco de fruto promedio fue superior en la dilución de 1/30, con 86.2 g, superando en 81% al control; similar al resto de las variables de producción, el rendimiento de fruto fue mayor en la dilución de 1/30, con 21.6 t ha⁻¹, superando 62.5% al control (Cuadro 1). Resultados similares reportó Nápoles-Vinent *et al.* (2016), al utilizar Liplant[®] en tomate, mostrando un incremento significativo en la altura de la planta, diámetro del tallo, número de frutos y diámetro polar y ecuatorial del fruto, a medida que se incrementaron las diluciones de Liplant[®] desde 1/10 hasta 1/30 v/v, con respecto al control. En lechuga, Hernández *et al.* (2013). Existiendo varios reportes del aumento en el número de frutos causados, por la presencia de fitohormonas (Alfonso *et al.*, 2010; Falcón *et al.*, 2010; Terry *et al.*, 2012; De la Huerta *et al.*, 2012).

El efecto positivo del Liplant[®] en tomate fue evidente en este estudio, considerando que esta especie es exigente en niveles de nutrientes (Hernández y Chailloux, 2001). Torres-Rodríguez *et al.* (2016), utilizó tres diluciones de Liplant[®] (1/40, 1/50, 1/60 v/v y un tratamiento control) en plantas de tomate comprobando en 24 días después de la siembra, resultados positivos.

Variables de calidad de frutos

Las variables firmeza de fruto, acidez titulable, sólidos solubles totales, vitamina C, índice de madurez y pérdida de humedad, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en base a diluciones de Liplant[®], mientras que el pH del jugo de fruto, no mostró diferencias significativas (Cuadro 1) y mostró valores promedio con una diferencia mínima (4.35 y 4.36), que coinciden con los reportados por Cantwell (2006); Navarro-López *et al.* (2012). Los valores de firmeza del fruto, sólidos solubles totales, vitamina C, índice de madurez y pérdida de humedad, se presentaron en la dilución 1/30 (v/v) y superaron al control en 84.2, 84.11, 91.56, 64 y 90.34%, respectivamente.

El valor mayor de la acidez titulable se presentó en el control y éste disminuyó en la dilución de 1/30. Acorde con Infoagro (2017). Otros estudios reportan que el humus líquido en diluciones de 1/30 y 1/40, en tomate variedad Amalia, no provocó variaciones significativas en el pH y la acidez del fruto (Arteaga *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Variables de crecimiento de plantas, producción y calidad de frutos de tomate cultivado en suelos ligeramente salinos y sometidos a diferentes diluciones de humatos de vermicompost. Medias con letras distintas en columna difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$).

Tratamientos de Liplant® (v/v)	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de frutos por planta	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso fresco frutos (g)	Peso seco frutos (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Variables de crecimiento de plantas y producción de frutos								
1/10	43.1 c	0.85 c	18.72 c	5.25 c	5.73 c	109.8 b	80 c	16.5 c
1/20	46.1 b	1.01 b	22.2 b	6.44 b	5.77 b	110 b	85 b	18.9 b
1/30	48.36 a	1.3 a	26.17 a	7.46 a	5.82 a	120 a	86.2 a	21.6 a
Control	40 d	0.75 d	15.77 d	4.52 d	5.35 d	103.2	69.5 d	13.5 d
Nivel de significancia	0.012	0.001	0.015	0.013	0.003	0.01	0.019	0.012
Tratamientos de Liplant® (v/v)	Firmeza de frutos (lb in ⁻²)	Acidez titulable (% de ácido cítrico)	Sólidos solubles totales (°Brix)	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	Índice de madurez (relación SST/acidez)	Pérdida de humedad de frutos (%)	pH del jugo de fruto	
Variables de calidad de frutos								
1/10	6 c	0.43 b	5.11 c	18.25 c	11.8 c	4.51 c	4.36 a	
1/20	6.5 b	0.4 c	5.21 b	19.32 b	13.02 b	4.75 b	4.35 a	
1/30	7 a	0.35 d	5.35 a	19.81 a	15.28 a	4.87 a	4.36 a	
Control	5.9 d	0.46 a	4.5 d	18.14 d	9.78 d	4.40 d	4.36 a	
Nivel de significancia	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.3	

El pH del jugo de fruto de tomate por lo general no varía de manera significativa entre los diferentes factores o fuentes de variación que se reportan (Cantwell, 2006; Casierra-Posada y Aguilar-Avedaño, 2008; Navarro-López *et al.*, 2012; Nápoles-Vinent, 2016), lo cual coincide con los resultados de esta investigación; sin embargo, para frutos que se destinan a la industria, se sugiere un pH de 4.4 (Hidalgo-González *et al.*, 1998).

El rango de los valores de la acidez titulable de este estudio fue de 0.36 a 0.46. Se reporta que la acidez titulable en tomate difiere bastante dependiendo de los factores como la variedad, condiciones de cultivo, temperatura o condiciones climatológicas en general. Así, Arias *et al.* (2000) reporta un valor promedio de acidez titulable en tomate de 0.63%, mientras que Dobricevic *et al.* (2007) en su investigación encontró un rango de 0.19 a 0.45%, mientras que Navarro-López *et al.* (2012) reportó un rango de 0.27 a 0.45%. Valores menores de 0.25 se requieren para la industrialización del tomate (Hidalgo-González *et al.*, 1998). En relación al contenido de sólidos solubles (°Brix), pérdida de humedad y vitamina C, también Arteaga *et al.* (2006), reportaron incrementos porcentuales en tomate en estas variables, al aplicar humus líquido en una dilución de 1/30, con valores de 14-24, 22.5-37 y 11-26.2%, respectivamente. Los valores de sólidos solubles totales que presentaron los frutos en este estudio (4.5-5.35%), se ubican en el rango de los reportados por Navarro-López *et al.* (2012).

La acumulación de materia seca por pérdida de humedad de frutos, fue mayor en los frutos cosechados en las plantas a las que se les aplicó el Liplant, la cual se incrementó a medida que la concentración del producto se incrementó (Yang *et al.*, 2004). Garcés (2002) señala que los minerales K y P presentes en el Liplant® al ser absorbidos vía foliar y encontrarse en concentraciones apropiadas, incrementan la materia seca del fruto, al aumentar el tamaño y por lo consiguiente los diámetros de este. Si bien la vitamina C se incrementó conforme la dosis aumentaba.

El índice de madurez, es decir, la relación sólidos solubles totales y acidez titulable es un criterio importante para evaluar la calidad del fruto de tomate, porque la aplicación del *humus* líquido, provocó menor acidez (mejor sabor) y por tanto calidad nutritiva mayor (Arteaga *et al.*, 2006). Resultados similares se encontraron en este estudio, otros reportes indican que un valor mayor o igual a 4° Brix para consumo en fresco (Gómez *et al.*, 2000; Arteaga, 2004; Navarro-López *et al.*, 2012). Si bien en este estudio, no se determinaron enzimas asociadas al estrés por salinidad, es importante mencionar que la aplicación de sustancias húmicas derivadas del vermicompost, específicamente el Liplant® en condiciones de estrés abiótico, incrementa el contenido de prolina y la acumulación de biomasa de las plantas de maíz (Huelva *et al.*, 2009; Reyes-Pérez *et al.*, 2009; Reyes-Pérez *et al.*, 2011).

En arroz cultivado en condiciones de sequía, la aplicación de sustancias húmicas en concentraciones de 30 y 40 mg L⁻¹ incrementó la actividad de la peroxidasa (Schiavon *et al.*, 2010, García *et al.*, 2012). La aplicación de sustancias húmicas en maíz, provoca un efecto en la producción de sustancias reactivas de oxígeno e incrementa la actividad de la catalasa (Cordeiro *et al.*, 2011; Aydın *et al.*, 2012).

Evaluación económica

Los resultados del análisis económico mostraron que el mayor beneficio económico se obtuvo aplicando Liplant® a una dilución de 1/30 (v/v), que reportó un beneficio de \$36 753.9 pesos cubanos por hectárea, con un mayor valor en la relación beneficio/costo de \$3.6 pesos cubanos. El beneficio fue menor en el control, con \$16 264 pesos cubanos y un valor en la relación beneficio/costo de \$1.6 pesos cubanos (Cuadro 2). En este estudio, se enfatiza que la introducción de Liplant® en la agricultura es económicamente viable.

Cuadro 2. Valoración económica de plantas de tomate tratadas con Liplant y cultivadas en suelos ligeramente afectados por salinidad (valores expresados en pesos cubanos).

Indicadores económicos	Control	1/10	1/20	1/30
Rendimiento (t ha ⁻¹)	12.16	15.03	17.86	21.63
Valor de la producción (MP ha ⁻¹)	26 387.2	32 615.1	38 756.2	46 937.1
Costo de la producción (MP ha ⁻¹)	10 123.2	10 183.2	10 183.2	10 183.2
Beneficio (MP ha ⁻¹)	16 264	22 431.9	28 573	36 753.9
Costo por peso (\$)	0.38	0.31	0.26	0.21
Beneficio/costo (\$)	1.6	2.2	2.8	3.6

MP= miles de pesos.

Conclusiones

Las variables del crecimiento, altura de la planta y diámetro del tallo, mostraron valores superiores cuando las plantas se asperjaron con la dilución de Liplant[®] de 1/30 (v/v). También las variables relacionadas con la producción de frutos de tomate, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de frutos, peso fresco y seco de frutos y rendimiento, mostraron valores superiores cuando se aplicó foliarmente la dilución de Liplant[®] de 1/30. Asimismo, las variables asociadas con la calidad del fruto en tomate, firmeza de fruto, sólidos solubles totales (°Brix), vitamina C y pérdida de humedad de fruto, presentaron valores mayores en la dilución de 1/30, mientras que la acidez titulable, mostró valores inferiores en esta dilución.

La utilización del humatos de vermicompost mejoró tanto el crecimiento de las plantas de tomate, así como la producción y la calidad de los frutos, aun cuando el experimento se realizó en suelos ligeramente salinos. Desde el punto de vista económico, la dilución de 1/30 (v/v) de Liplant[®], en plantas de tomate en las condiciones de cultivo no favorables, generó un beneficio de \$36 753.9 miles de pesos cubanos por hectárea, un beneficio/costo de \$3.6 pesos cubanos y un costo por peso de \$0.21.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo técnico de Pedro Luna-García y Lidia Hiraes-Lucero del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. La difusión de esta investigación se realizó con fondos del Departamento de Agronomía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC.

Literatura citada

- Alfonso, E. T.; Padrón, J. R. y Díaz de Armas, M. M. 2010. Respuesta del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon* L.) a la aplicación foliar de un bioestimulante derivado del vermicompost. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 14(41):27-32.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Chapter 37 (method 942.15 A). 15th Edition. Arlington, Virginia, USA.
- Arias, R.; Lee, T. C.; Specca, D. and Janes, H. 2000. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) ripened on and off vine. *J. Sci.* 65(3):545-548.
- Arteaga, M.; Garcés, N.; Guridi, F.; Pino, J. A.; Caro, I.; Bernardo, O.; Calzadilla, J.; Mesa, S. López, A.; Ruisánchez, Y., Menendez, J. y Cartaza, O. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de *humus* líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Amalia en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*. 27(3):95-101.
- Aydin, A.; Kant, C. and Turan, M. 2012. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *Afr. J. Agric. Res.* 7(7):1073-1086.
- Calderín-García. A.; Guridi, I. F.; Hernández, G. O. L.; Díaz de Armas, M. M.; Huelva, L. R.; Mesa, R. S.; Martínez, B. D. and Louro, B. R. L. 2013. Biotechnology of humified materials obtained from vermicomposts for sustainable agroecological purposes. *Afr. J. Biotechnol.* 12(7):625-634.

- Cantwell, M. 2006. Report to the California tomato commission tomato variety trials: postharvest evaluation for 2005. UCCE Fresh market tomato statewide report. <http://cemerced.ucanr.edu/files/40472.pdf>.
- Casierra-Posada, F. y Aguilar-Aguilar, O. E. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agron. Colomb. 26(2):300-307.
- Ciancaglini, P.; Santos, H. L.; Daghasanli, K. R. P.; Thedei Jr. G. 2001. Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body. Biochem. Mol. Biol. Educ. 29(3):110-114.
- Cordeiro, F. C.; Santa, C. C.; Silveira, V. and De Souza, S. R. 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays* L). Bio. Biotechnol. Biochem. 75(1):70-74.
- Costales, D.; Martínez, L. y Núñez, M. 2007. Efecto del tratamiento de semillas con una mezcla de oligogalacturonidos sobre el crecimiento de plantas de tomate. Cultivos Tropicales. 28(1):85-91.
- De la Huerta, C.M.; Martínez, M.N.; Solano, M. A.; Fonseca, P. C. and Yero, D. B. 2012. Effect of liquid *humus* Liplant on growth, yield and quality of black tobacco on agroecological basis. Rev. Granma Cienc. 16(1):1-10.
- Dobricevic, N.; Voca, S.; Benko, B. and Pliestic, S. 2007. The quality of fresh tomato fruit produced by hydroponic. Agric. Conspectus Sci. 72(4):351-355.
- Falcón, A. R.; Rodríguez, A. T.; Ramírez, M. A.; Rivero, D.; Martínez, B.; Cabrera, J. C.; Costales, D.; Cruz, A.; González, L. G.; Jiménez, M. C.; Jiménez, L.; Hernández, I.; Peña, D. G. and Márquez, R. 2010. Chitosans as bioactive macromolecules to protect economically relevant crops from their main pathogens. Biotecnol. Aplicada. 27(4):305-309.
- FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and agriculture data. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Fonseca de la Cruz, A.; Salgado, B. Y. y Sotto, T. A. 2011. Empleo de micorriza y *humus* de lombriz líquido (Liplant) para la producción de posturas en el cultivo del tomate bajo los principios de la agricultura sostenible. Rev. Granma Cienc. 15(3):1-9.
- Garcés, N. 2002. Evaluación de las propiedades químico-físicas del vermicompost. Evaluación y obtención de extractos con actividad bioestimulante de Cuba. Anuario de la Universidad Agraria de La Habana. X:34-37.
- García, A. C.; Berbara, R. L. L.; Farías, L. P.; Izquierdo, F. G.; Hernández, O. L.; Campos, R. H. and Castro, R. N. 2012. Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. Afr. J. Biotechnol. 11(13):3125-3134.
- Gómez, O.; Casanova, A.; Laterrol, H. y Anais, G. 2000. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba. 30-140 pp.
- Hernández, M. I. y Chailloux, M. 2001. La nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Temas de Ciencia y Tecnología. 15(3):11-27.
- Hernández, O. L.; Huelva, R.; Guridi, F.; Olivares, F. L. and Canellas, L. P. 2013. Humatos aislados de vermicomposto como promotores de crecimiento em cultivo orgânico de alface. Rev. Cienc. Téc. Agrop. 22(1):70-75.
- Hidalgo-González, J. C.; Alcántara, G. G.; Baca, C. G. A.; Sánchez, G. P. y Escalante, E. J. A. 1998. Efecto de la condición nutricional de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad del tomate. Terra Latinoam. 16(2):143-148.

- Huelva, R. L.; Martínez, D.; Portuondo, L. y Guridi, F. 2009. Evaluación del efecto protector de las sustancias húmicas líquidas en plantas de maíz *Zea mays* var: comercial P-2928 en condiciones de salinidad. Centro Agrícola. 39(1):29-32.
- Infoagro. 2017. El cultivo del tomate. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
- Mariña de la Huerta, C.; Nieto, M. M.; Almaguer, S. M.; Castillo, F. P. y Bruqueta, Y. D. 2012. Efecto del humus líquido Liplant sobre el crecimiento, rendimiento y calidad en tabaco negro cultivado sobre bases agroecológicas. Rev. Granma Cienc. 16(1):1-10.
- Mayhew, L. 2004. Humic substances in biological agriculture. ACRES. 34(1-2):1-8.
- Méndez-Guisado, J. C.; Boicet, F. T. y Yanoski, S. B. Y. 2012. Efecto de tres alternativas ecológicas en el desarrollo y crecimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev. Granma Cienc. 16(3):1-10.
- Nápoles-Vinent, S.; Ducasse, F. J. y Caballero, G. J. 2016. Efecto de diferentes dosis de aplicación de liplant en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. amalia bajo estrés salino. Investigación y Saberes. 5(3):1-11.
- Nardi, S.; Pizzeghello, C.; Ferrarese, L.; Trainotti, L. and Casadoro, G. 2002. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biol. Biochem. 32(3):415-419.
- Navarro-López, E. R.; Nieto, Á. R.; Corrales, G. J.; García, M. M. del R. y Ramírez, A. A. 2012. Calidad poscosecha en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual y de pozo. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 18(3):263-277.
- Pierik, R. L. M. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España. 30-151 pp.
- Reyes-Pérez, J. J.; Guridi, I. F.; Reynaldo, E. I. M. y Larrinaga, M. J. A. 2009. Efectos del humus líquido sobre los rendimientos del tomate en suelos salinos en la región oriental de Cuba. Centro Agrícola. 36(3):57-61.
- Reyes, P. J. J.; Guridi, I. F.; Reynaldo, E. I. M.; Ruisánchez, Y.; Larrinaga, M. J. A.; Murillo, A. B.; Ruiz, E. F. H.; Fabré, T.; Amador, C.; Ojeda, S. C. M.; Morales, Y. A. y Milanés, J. Y. R. 2011. Efectos del humus líquido sobre algunos parámetros de calidad interna en frutos de tomate cultivados en condiciones de estrés salino. Centro Agrícola. 38(3):57-61.
- Schiavon, M. A.; Ghello, D. P.; Muscolo, A.; Vaccaro, S.; Francioso, O. and Nardi, S. 2010. High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). J. Chem. Ecol. 36(6):662-669.
- SIAP. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 1989. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. Third edition. Freeman and Co, San Francisco, CA, USA.
- StatSoft. 2011. Statistica. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1 098 p.
- Terry, E.; Díaz de Armas, M. M.; Padrón, J. R.; Tejeda, T.; Zea, M. E. and Camacho, F. F. 2012. Effects of different bioactive products used as growth stimulators in lettuce crops (*Lactuca sativa* L.). J. Food Agric. Environ. 10(2):386-389.
- Torres-Rodríguez, J. A.; Reyes, P. J. A. y González, R. J. C. 2016. Efecto de un bioestimulante natural sobre algunos parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de salinidad. Biotecnia. 18(2):11-15.
- Yang, C. M.; Wang, M. C.; Lu, Y. F.; Chang, I. F. and Chuou, C. H. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophyllase. J. Chem. Ecol. 30(5):1057-1065.