Respuesta del cultivo del tomate(*Solanum licopersicon* L) a la aplicación foliar de un bioestimulante derivado del Vermicompost

Resumen

Los bioactivadores son productos que activan el crecimiento y desarrollo de las plantas aportando compuestos directamente utilizables; la asimilación de estos elementos incrementa la actividad normal de las plantas. El producto natural "*BIOSTAN*", el cual se presenta como un nuevo bioestimulante para el crecimiento de los cultivos; es un producto que al ser aplicado sobre las plantas les proporciona un mayor vigor, asegurando más floración y fructificación. El producto contiene catorce elementos minerales, un adecuado contenido en ácidos húmicos de baja a media masa molar y al menos tres familias de fitohormonas. El presente trabajo se llevó a cabo en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) durante los meses octubre – diciembre de 2005 y 2006. El mismo se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta agrobiológica de plantas de tomate a la aplicación del producto natural "*Biostan*". Para el diseño estadístico, se tuvo en cuenta un total de cinco tratamientos distribuidos en bloques al azar con cinco réplicas, evaluándose diferentes momentos de aplicación del producto (inicio de la floración y floración-fructificación). Los resultados mostraron un efecto positivo de este producto natural sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo del tomate, demostrando ser un producto eficiente para la producción de tomate en Cuba.

Palabras clave: producto natural, tomate, crecimiento, desarrollo, rendimiento.

1. Introducción

El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ha provocado un efecto desfavorable sobre la calidad biológica de los alimentos y sobre la calidad del hombre, ya que son altamente derrochadores de energía y alteran completamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Leyva, 2008).

La aplicación de bioproductos a los cultivos va teniendo cada vez mas importancia desde el punto de vista económico y ecológico, además de que actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento de las plantas. Los reguladores del crecimiento son aplicados en pequeñas proporciones y pueden aumentar, inhibir o modificar diferentes procesos fisiológicos de las plantas.

Los biestimulantes son productos que activan el crecimiento y desarrollo de los cultivos aportando compuestos directamente utilizables (De Liñan, 2000); dentro de estos productos, se encuentra el *Biostan* el cual es un producto derivado del vermicompost que posee hormonas que favorecen el crecimiento de las plantas, la floración y la fijación de flores y frutos.

El presente trabajo persiguió como objetivo, evaluar la efectividad agronómica del producto bioestimulante "*Biostan*" en el cultivo hortícola de

tomate, evaluándose la respuesta del cultivo en cuanto al crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas.

2. Materiales y Métodos

El trabajo experimental fue realizado entre los meses de octubre – diciembre de 2006 y 2007, en el área experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado San José de las Lajas, provincia La Habana, sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado típico (Hernández, 1999). La caracterización de un perfil de este suelo se presenta en la Tabla 1. El "*Biostan*" fue obtenido en el Departamento de Química de la Universidad Agraria de la Habana.

Se utilizó la variedad de tomate ´Amalia´, procedente del Programa de Mejoramiento Genético del INCA y generalizada en el país. Las plántulas se produjeron en cepellones conformados por una mezcla de suelo, cachaza y litonita. La plantación se realizó por el método de trasplante de plántulas inoculadas a raíz desnuda, a una distancia de 1,40 x 0,30 m en parcelas de 35 m^2, con un área de cálculo para la cosecha de 21m^2, en un diseño de bloques al azar con cinco réplicas por tratamientos. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

1. Testigo absoluto (sin fertilizante mineral y sin *Biostan*)
2. *Biostan* (inicio de la floración (IF) y en floración-fructificación (FL-Fr))
3. *Biostan* en floración-fructificación (FL-Fr)
4. *Biostan* al inicio de la floración (IF)
5. Testigo de producción (sólo fertilización mineral NPK)

El producto "*Biostan*" fue obtenido en el Departamento de Química de la Universidad Agraria La Habana, producido a partir del vermicompost. El mismo fue aplicado mediante aspersión foliar en horas tempranas del día, realizándose la misma en dos etapas del desarrollo del cultivo: inicio de la floración (IF) y floración-fructificación (Fl-Fr), a una dosis de 25 $mg.ha^{-1}$ (Garcés, 2007). Para el caso del fertilizante mineral aplicado al cultivo, se utilizó como portador la urea (46% N) aplicándose a razón de 150 $kg.ha^{-1}$ de forma fraccionada en tres tiempos a saber, en el momento de la siembra, en el trasplante y 30 días posteriores a este. Se aplicó como fertilizante de fondo fósforo y potasio (superfosfato simple, 20% P_2O_5 y cloruro de potasio, 60% K_2O) en el momento del trasplante, a una dosis de 75 kg $P_2O_5.ha^{-1}$ y 100 kg K_2O ha^{-1} respectivamente (Cuba-MINAG, 1984).

2.1. Evaluaciones realizadas

2.1.1. Análisis químico del suelo

Los muestreos de suelos se realizaron al inicio de los experimentos con barrena edafológica. Las evaluaciones que a continuación se enumeran fueron realizadas siguiendo las técnicas descritas en el Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (INCA, 2002).

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

Horizonte	Profundidad (cm)	PH H_2O	M.O (%)	Cationes cambiables ($cmol.kg^{-1}$)				
				Calcio	Magnesio	Sodio	Potasio	Suma
A11p	0 - 12	7.5	1.61	16.0	2.0	0.1	0.5	18.6
B11t	12 - 22	7.4	1.67	17.5	2.5	0.1	0.5	20.6

- Materia orgánica (%): por el método de Walkley y Black
- PH (H2O): por el método potenciométrico
- P2O5 (ppm): mediante extracción con H2SO4 0,1 N y determinación colorimétrica
- K, Ca, y Mg intercambiables (cmol.kg-1): mediante extracción con NH4Ac 1 N a pH 7 y determinación de K por fotometría de llama y Ca y Mg por complexometria.

2.1.2. Evaluaciones en las plantas

Contenidos de NPK foliar (%). Las muestras fueron tomadas en la fase de floración-fructificación del cultivo, entre el tercero y quinto par de hojas. Se utilizó la técnica por digestión húmeda con H_2SO_4 + Se, según método Kjeldahl y determinación colorimétrica con reactivo Nessler y azul de molibdeno para N y P respectivamente, y fotometría de llama para el K (INCA, 2002)

En la etapa de floración – fructificación del cultivo se evaluó: número de flores y frutos por planta, fructificación, masa promedio de los frutos (g) y rendimiento agrícola ($t.ha^{-1}$).

2.1.3. Evaluaciones en los frutos

Con el objetivo de conocer la influencia de los productos en la calidad interna de los frutos, a una muestra de 15 frutos (en base a fruta fresca) por tratamientos tomados al azar se les hicieron las siguientes determinaciones, según métodos convencionales de laboratorio.

- Contenido de nitratos (mg.kg-1 de fruta fresca), por cromatografía gaseosa
- Contenido de sólidos solubles (Brix %), por método refractométrico
- Acidez (%), por valoración con NaOH 0,1 N, utilizando fenolftaleina como indicador.

Se tuvieron en cuenta un total de cinco tratamientos distribuidos en bloques al azar con cinco réplicas; los resultados experimentales fueron sometidos a Análisis de Varianza de clasificación doble, y en los casos que existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se utilizó como criterio discriminante la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

3. Resultados y discusión

3.1. Influencia en la absorción de nutrientes por las plantas

Para conocer el efecto del producto en la absorción de nutrientes por las plantas, se evaluaron los contenidos foliares de nitrógeno, fósforo y potasio. El resultado obtenido en cuanto a los nutrientes extraídos por las plantas de tomate (Tabla 2); como se aprecia, resultó efectiva la aplicación del *Biostan* obteniéndose diferencias altamente

TABLA 2. INFLUENCIA DEL BIOSTAN EN EL CONTENIDO DE NPK FOLIAR DE LAS PLANTAS

Tratamientos	Contenido N (%)	Contenido P (%)	Contenido K (%)
1. Testigo absoluto	1,43^{c}	0,55^{c}	1,87^{b}
2. Biostan (lF) y (Fl - Fr)	4,61^{a}	0,98^{a}	5,14^{a}
3. Biostan (Fl - Fr)	3,47^{b}	0,86^{b}	4,16^{a}
4. Biostan (lF)	4,53^{a}	0,95^{a}	5,12^{a}
5. Testigo de producción	3,51^{b}	0,85^{b}	5,19^{a}
ESx	0,60**	0,02***	0,60**

Medias con letras comunes no difieren significativamente, según Duncan para p<0.001y 0.005

significativas entre los tratamientos. Para los nutrientes nitrógeno y fósforo, los tratamientos que recibieron la aspersión foliar del producto al inicio de la floración y las dos aplicaciones (IF e IF+FL-Fr), tratamientos 2 y 4 respectivamente, resultaron ser estadísticamente diferentes del testigo de producción (T5); en cambio, la aplicación del producto en la etapa de floración-fructificación del cultivo (T3) no provoca un resultado significativo con respecto al testigo de producción.

Para el caso del potasio, no fueron significativamente diferentes los tratamientos con *Biostan* y el testigo de producción, los que a su vez se diferenciaron en todos los casos del testigo absoluto. Este resultado demuestra la influencia positiva del producto al incrementar los contenidos nutricionales en el cultivo.

La presencia de sustancias húmicas puede ejercer un papel importante, ya que facilita una mejor absorción de los nutrientes en la planta, debido a que presentan más estructuras carboxílicas capaces de quelatar a los metales, pudiendo influir en la estructura físico-química del protoplasma de las plantas, incrementando la permeabilidad de las membranas vegetales (Biopreparados, 2007), esto posibilitará un aumento de la entrada en la planta de NPK y otros microelementos presentes en el medio nutritivo del suelo.

En cuanto al efecto en el rendimiento agrícola y alguno de sus componentes (Tabla 3), puede apreciarse que en correspondencia con el estado nutricional de las plantas, la aplicación del *Biostan* (T2 y T4) provocó diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo de producción para cada una de las variables evaluadas. El número de flores por planta es uno de los componentes que más correlaciona con el rendimiento y en este sentido se aprecia la contribución del producto al propiciar que la mayoría de estas flores cuajaran en frutos y no fueran abortadas. La ausencia de diferencias entre una aplicación y dos sugiere que con sólo aplicar el producto al inicio de la floración del cultivo, es suficiente para alcanzar resultados superiores a los que se logran con el testigo. Este resultado evidencia que la aplicación foliar de este producto, es capaz de estimular el desarrollo del cultivo, lo cual se traduce en incrementos del rendimiento agrícola.

Al ser determinadas las sustancias con actividad biológica presentes en el producto *Biostan* (Arteaga, 2006), se recomendó la utilización del mismo en los principales estadíos fisiológicos de los cultivos, donde las sustancias bioactivas presentes (contenido de aminoácidos y hormonas), son más eficientes y por tanto ofrecen mayores resultados.

TABLA 3. INFLUENCIA DEL BIOSTAN EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA Y SUS COMPONENTES

Tratamientos	Flores / Planta	Frutos / Planta	Rendimiento ($t.ha^{-1}$)
1. Testigo absoluto	$4,92^{b}$	$1,55^{c}$	$7,60^{c}$
2. Biostan (lF) y (Fl - Fr)	$17,36^{a}$	$15,40^{a}$	$31,43^{a}$
3. Biostan (Fl - Fr)	$16,26^{b}$	$14,85^{b}$	$29,51^{b}$
4. Biostan (lF)	$17,84^{a}$	$15,47^{a}$	$31, 56^{a}$
5. Testigo de producción	$16,18^{b}$	$13,29^{b}$	$29,36^{a}$
ESx	0,42***	0,40***	0,41***

Medias con letras comunes no difieren significativamente, según Duncan para $p<0.001$

TABLA 4. INFLUENCIA DEL BIOSTAN EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE LOS FRUTOS

Tratamientos	Brix (%)	Acidez (%)	Contenido de Nitrato ($mg.kg^{-1}$ fruto)
1. Testigo absoluto	2,29[b]	0,35	65,60[b]
2. Biostan (lF) y (Fl - Fr)	5,34[a]	0,41	75,46[a]
3. Biostan (Fl - Fr)	4,32[a]	0,40	75,28[a]
4. Biostan (lF)	5,36[a]	0,43	75,33[a]
5. Testigo de producción	4,36[a]	0,44	77,33[a]
ESx	0,16***	0,03 N.S	0,23***

Medias con letras comunes no difieren significativamente, según Duncan para $p<0.001$

Este mismo autor, planteó que el *Biostan* en concentraciones acuosas por debajo de 20 mg/l, presenta una alta actividad biológica, facilitando el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas y el desarrollo de mayor floración con una fructificación adecuada, lo que es atribuible por la capacidad quelatante de los ácidos húmicos, lo cual al penetrar en la membrana plasmática ejercen un efecto en el metabolismo de las plantas y por tanto estimulan su crecimiento, desarrollo y rendimiento.

El efecto del producto natural *Biostan*, sobre algunas características bromatológicas que definen la calidad interna del tomate para consumo fresco (Tabla 4), mostró que para la variable brix (contenidos de sólidos solubles totales), sólo el testigo absoluto se diferenció de los restantes; en cambio, para la acidez no se encontraron diferencias estadísticas aunque resalta el mayor contenido en el testigo absoluto, aspecto este no deseado al tenerse en cuenta que el consumo del fruto es fresco y lo hace indeseable al paladar. Tanto los valores de brix como de acidez se encuentran dentro del rango adecuado (García-Roche, 1996), donde se consideran valores óptimos de sólidos solubles totales (Brix) por encima del 4% y la acidez en un rango de 0,4-0,6%.

Para el caso del contenido de nitratos, los tratamientos a excepción del absoluto no fueron diferentes entre sí; se demuestra que la aplicación del *Biostan* no incide negativamente en esta importante variante ya que en todos los casos no se sobrepasa el límite permisible para el mismo el cual es de 150 mg/kg de fruto, lo cual los hace inaceptables en el mercado internacional, por lo perjudicial que resulta a la salud del hombre y los animales (Baugarther, 1998).

La FAO (FAO, 2004), ha señalado que la contaminación por nitratos en las hortalizas al desarrollarse bajo una agricultura de altos insumos y centrada en el unicultivo, lleva a un abuso de fertilizantes inorgánicos ya que el agricultor para obtener el máximo rendimiento de sus cultivos, hace un uso indiscriminado y sistemático de abonos nitrogenados para aumentar el peso de los frutos y con ello la producción, aunque en detrimento de su calidad e inocuidad.

Conclusiones

El presente trabajo permitió demostrar la efectividad agrobiológica del producto "*Biostan*", el cual provocó una respuesta positiva de las plantas, evidenciadas en un mejor estado nutricional así como el estímulo de su crecimiento, desarrollo y rendimiento agrícola. Por otra parte, la aplicación del producto no afecta la calidad interna de los frutos lo cual los hace aceptables para el consumo fresco.

Bibliografía

Leyva, G.A.
2008 La Agricultura Sostenible y su impacto

en Cuba. En: VXI Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (16: 2008, nov 24-28, la Habana). Memorias. CD-Rom. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. ISBN 978-959-16-0953-3.

De Liñan V.

2000 Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España, 655 p.

Hernández A.J. et. al.

1999 Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba: Ministerio de la Agricultura. La Habana, 23 p.

Garcés N.

2007 Bioproductos UNAH. XI Jornada Científica Juan tomas Roig in Memoriam. Del 2 al 4 de abril, Ciudad de la Habana, Cuba.

MINAGRI.

1994 Instructivo Técnico para semillero de tomate. Folleto, 48 p.

INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas)

1999 Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. La Habana.

Biopreparados. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. 2007

Arteaga M et al.

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.

Baugarther J. et al.

1998 Nitricao mineral de hortalicas. 2da Edición. Sao Pablo. Fundacao cargill, 132p.

García-Roche M.A.

1996 Contenidos de nitratos en productos vegetales cubanos en relación con la ingestión de nitratos por la población. Agroquímica y Tecnología de los alimentos, 5 (3):25-28.

FAO.

2004 Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Roma, 246 p.

Elein Terry Alfonso
Josefa Ruiz Padrón
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
Ma. Margarita Díaz de Armas
Universidad Agraria de la Habana (UNAH)