

USO COMBINADO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y PRODUCTOS BIOACTIVOS COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill)

Elein Terry[✉], A. Leyva y María M. Díaz

ABSTRACT. A field experiment was conducted on a typical lixiviated Red Ferralitic soil in 2000 and 2001, with the objective of studying the agrobiological effectiveness of combining beneficial microorganisms and bioactive products on tomato development, yield and quality. Treatments consisted of coinoculated plants (*Glomus clarum*-*Azospirillum brasilense*) with leaf spraying of Biostan as a bioactive product at different stages of plant development. Results showed a harmonic and ecologically compatible relationship between both products, enabling an appropriate plant nutritional state, as well as yields of 35 t.ha⁻¹, it being superior by 17 % to the production check; on the other hand, fruits from these treatments had a better bromatological quality.

Key words: tomato, *Lycopersicon esculentum*, biofertilizers, bioproducts, plant nutrition, yield

RESUMEN. Con el objetivo de conocer la efectividad agrobiológica de la combinación de microorganismos benéficos y productos bioactivos, sobre el desarrollo, rendimiento y la calidad interna en el cultivo del tomate (variedad 'Amalia'), se llevó a cabo un experimento de campo en el 2000 y 2001, sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado típico. Los tratamientos consistieron en plantas coinoculadas (*Glomus clarum*-*Azospirillum brasilense*) y asperjadas foliarmente con el producto bioactivo Biostan en diferentes momentos del desarrollo de las plantas. Los resultados mostraron una relación armónica y ecológicamente compatible entre ambos productos, permitiendo un adecuado estado nutricional de las plantas, así como posibilitó un rendimiento de 35 t.ha⁻¹, siendo superior en un 17 % al testigo de producción; por otra parte, los frutos obtenidos con estos tratamientos tuvieron una mejor calidad bromatológica.

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, biofertilizantes, productos biológicos, nutrición de las plantas, rendimiento

INTRODUCCIÓN

El alto consumo de fertilizantes minerales en la agricultura intensiva ha provocado afectaciones en el agroecosistema, que de no tomarse en cuenta conllevarán a la pérdida de la materia orgánica del suelo, así como al desequilibrio de la comunidad biológica que le da vida a este sistema.

En la búsqueda de alternativas que permitan disminuir las aplicaciones de fertilizantes minerales, surgen en el mundo un sinnúmero de variantes, que permiten una nutrición ecológicamente sostenible con tendencia a proteger el medio ambiente sin afectar la producción, de manera que se pueda satisfacer la demanda de alimentos cada día más creciente en el mundo.

Una de las alternativas utilizadas a escala internacional son las sustancias húmicas, obtenidas de fuentes

orgánicas de carácter reciclable como los composts y vermicomposts, dados sus efectos conocidos como bioestimulantes de las plantas (1). El Biostan es un producto que se prueba hoy en Cuba en varios cultivos agrícolas, conociéndose que se estimula el crecimiento de las plantas así como el proceso de floración-fructificación y el rendimiento agrícola (2).

También la inoculación de microorganismos benéficos resulta una alternativa promisoría hoy para la nutrición de los cultivos, lo que está relacionado con el efecto que provocan en las plantas a partir de una mayor absorción de los nutrientes presentes en el suelo (3, 4), encontrándose dentro de este grupo los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV).

Sin embargo, la utilización combinada de microorganismos benéficos y productos bioactivos no es un tema ampliamente abordado en la literatura internacional, como alternativa para la nutrición y producción de las plantas; de ahí, que el presente trabajo estuvo encaminado hacia ese objetivo, evaluándose la efectividad agrobiológica de esta combinación en el cultivo del tomate.

Dra.C. Elein Terry, Investigador Agregado y Dr.C. A. Leyva, Investigador Titular del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas; Dra.C. María M. Díaz, Profesora de la Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ terry@inca.edu.cu

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se ejecutó en las áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado típico, con una fertilidad de media a alta (5), mostrándose sus principales características químicas en la Tabla I (6).

Tabla I. Características químicas del suelo

Profundidad	MO (%)	pH H ₂ O	P ₂ O ₅ (ppm)	K ⁺	Ca ²⁺ (cmol.kg ⁻¹)	Mg ²⁺
0-12	1.61	7.5	248	0.40	16.0	1.71
12-24	1.67	7.4	261	0.50	17.5	2.00

El trabajo se desarrolló en el período óptimo (20 octubre-21 diciembre) del 2000 y 2001, mostrándose algunas de sus características climáticas en la Tabla II.

Tabla II. Variables climáticas

Meses	Temperatura media (°C)		Precipitaciones (mm)		Humedad relativa media (%)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Octubre	23.6	23.3	246.5	107.0	84.0	85.0
Noviembre	22.3	21.5	80.2	119.4	81.0	82.0
Diciembre	21.3	21.9	23.8	78.0	85.0	84.0
Enero	18.7	21.1	14.2	8.4	80.0	81.5

Las atenciones culturales fueron realizadas según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo (7), excepto la fertilización mineral, la cual se varió de acuerdo con resultados ya obtenidos (8). Los productos utilizados fueron *EcoMic*®, a base del hongo formador de micorrizas arbusculares, *Glomus clarum* (25 esporas.g⁻¹ de suelo) y *AzoFert*®, a base de la rizobacteria promotora del crecimiento vegetal *Azospirillum brasilense* sp-7 (1.3 x 10⁹ ufc.g⁻¹ de suelo), los cuales se aplicaron recubriendo las semillas, según tecnología recomendada (9), a una dosis de 100 g.kg⁻¹ de semilla. En el caso del producto bioactivo Biostan, se aplicó a una dosis de 20 mg.ha⁻¹, las dosis y momentos de aplicación fueron los recomendados por autores que han trabajado la aplicación de estos productos en el cultivo del tomate (10). La variedad de tomate utilizada fue «Amalia», procedente del programa de mejoramiento genético del INCA y generalizada en el país. Se trabajó con plántulas a raíz desnuda y el área de siembra para el trasplante fue en parcelas de 35 m², con un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y cinco réplicas, siendo la distancia de plantación de 1.40 x 0.30 m.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

1. Testigo absoluto (sin fertilizar)
2. *G. clarum*-*A. brasilense* +90 kg N. ha⁻¹
3. *G. clarum*-*A. brasilense* +90 kg N.ha⁻¹+ Biostan (IF)
4. *G. clarum*-*A. brasilense* +90 kg N.ha⁻¹+ Biostan (IF) + Biostan (FI-Fr)
5. *G. clarum*-*A. brasilense* +90 kg N.ha⁻¹+ Biostan (FI-Fr)

6. Biostan (IF) + 90 kg N.ha⁻¹
7. Biostan (FI-Fr) + 90 kg N.ha⁻¹
8. Biostan (IF) y (FI-Fr) + 90 kg.N⁻¹
9. Testigo de Producción (150 kg N.ha⁻¹)

IF: Inicio de la floración FI-Fr: Floración-fructificación

Evaluaciones realizadas. En la fase de floración del cultivo, se escogieron muestras aleatorias por tratamiento para realizar análisis foliares de los macroelementos nitrógeno (método de Nessler), fósforo (técnica de azul de molibdeno) y potasio (método de Maslova), siguiendo la metodología descrita en el Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (11).

Finalmente, se realizaron evaluaciones referidas al número de flores y frutos por planta así como el porcentaje de fructificación y, posteriormente, se calculó el rendimiento agrícola (t.ha⁻¹) y la masa promedio de los frutos (g). También se realizaron análisis bromatológicos de los frutos cosechados en cada tratamiento, realizados por el Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental «La Renée», perteneciente al MINAGRI.

Se realizó un Análisis de Varianza de Clasificación Doble, así como se aplicó la Dócima de Rangos Múltiples de Duncan, al existir diferencias significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de la combinación microorganismos benéficos y Biostan en el estado nutricional de las plantas. Está demostrado por diversas investigaciones realizadas, que cuando las plantas son inoculadas con microorganismos que estimulen su crecimiento y desarrollo o son tratadas con algún producto bioestimulante, presentan una mayor capacidad para absorber más eficientemente el agua y los nutrientes del suelo, a través del estímulo provocado en el sistema radical y que se refleja en el estado nutricional de las plantas.

Así, en la Tabla III se refleja el resultado obtenido en los análisis foliares de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en hojas de plantas de tomate, coinoculadas con *Glomus clarum* y *Azospirillum brasilense*, así como asperjadas foliarmente con Biostan como producto bioactivo, denotándose que fue efectiva la combinación de este producto aplicado en diferentes fases del desarrollo del cultivo en plantas coinoculadas y suplementadas su nutrición con 90 kg N.ha⁻¹ (T3, T4, T5), los cuales mostraron diferencias altamente significativas según p<0.001 para cada uno de los nutrientes determinados, resultado que se corrobora en el 2001, superándose a las plantas solo coinoculadas (T2) en un 25 % en ambos años en el contenido de nitrógeno, un 16 % (2000) y 13 % (2001) para fósforo y entre un 11 y 13 % en el contenido de potasio, siendo los mayores aportes para el elemento nitrógeno.

Tabla III. Influencia del Biostan y la coinoculación en el contenido de NPK foliar

Tratamientos	Contenido N (%)		Contenido P (%)		Contenido K (%)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
1. Testigo absoluto	1.43 c	1.39 c	0.55 c	0.61 c	1.87 c	1.91 c
2. <i>G. clarum</i> - <i>A. brasilense</i> +90 kg N	4.61 b	4.57 b	0.93 b	0.91 b	5.17 b	5.23 b
3. <i>G. clarum</i> - <i>A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)	5.78 a	5.74 a	1.08 a	1.03 a	5.85 a	5.82 a
4. <i>G. clarum</i> - <i>A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF) + Biostan (Fl-Fr)	5.86 a	5.81 a	1.12 a	1.07 a	5.91 a	5.88 a
5. <i>G. clarum</i> - <i>A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (Fl-Fr)	5.71 a	5.77 a	1.05 a	1.00 a	5.78 a	5.71 a
6. Biostan (IF) + 90 kg N.ha ⁻¹	4.53 b	4.48 b	0.95 b	0.93 b	5.12 b	5.19 b
7. Biostan (Fl-Fr) + 90 kg N.ha ⁻¹	4.47 b	4.43 b	0.93 b	0.95 b	5.16 b	5.14 b
8. Biostan (IF) y (Fl-Fr) + 90 kg N	4.61 b	4.57 b	0.98 b	0.95 b	5.14 b	5.18 b
9. Testigo de producción (150 kg N.ha ⁻¹)	4.68 b	4.61 b	0.95 b	0.97 b	5.19 b	5.15 b
ES x	0.14***	0.12***	0.13***	0.12***	0.10***	0.13***

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

Por otra parte, en estos experimentos se pudo comprobar cómo con el uso combinado de los microorganismos más el producto bioactivo (T3), se pudo potenciar la acción individual de este último, donde se logra un incremento alrededor del 28 % en el contenido de nitrógeno, un 13 % en el de fósforo y 12 % en el de potasio, con respecto a los tratamientos donde solo se aplicó el producto (T6, T7, T8). En general, los contenidos de cada macronutriente se encuentran dentro del rango establecido para el tomate cultivado a campo abierto (12), estando el contenido de nitrógeno en un rango de 3.0-5.0 %, el fósforo entre 0.70-1.30 % y el potasio de 2.16-6 %.

Los mayores contenidos foliares de cada macronutriente se obtuvieron cuando se combinó la coinoculación con el producto bioactivo. Este resultado pudiera deberse a las cuatro fracciones que constituyen este producto: hormonal, inorgánica, proteica y húmica, las cuales de manera sinérgica o por separado pueden producir un efecto bioestimulante en las plantas. La presencia de sustancias húmicas puede ejercer un papel importante, ya que es probable que facilite 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 (13); esto posibilitará un aumento de la entrada en la planta del nitrógeno, fósforo, potasio y otros microelementos del medio nutritivo del suelo.

Los diferentes momentos de aplicación del Biostan no influyeron en la absorción de nutrientes por las plantas, lo que evidencia que la aplicación exógena de este producto en cualesquiera de los dos estadios fisiológicos de las plantas (inicio de la floración y floración-fructificación), resulta adecuado para un normal estado nutricional del cultivo.

El mayor incremento en la absorción de los macroelementos se logró para el nitrógeno (25 %), lo que puede deberse a que el Biostan al ser un derivado del vermicompost, aporta determinadas cantidades de nutrientes a las plantas. La contribución aminoácida de este producto es un factor que pudiera influir en el balance del nitrógeno en este cultivo, ya que dentro de sus compuestos está el ácido aspártico, el cual es uno de

los tres principales aminoácidos relacionados con la formación de otros mediante transaminación, influyendo en la síntesis de proteínas necesarias para la producción de biomasa en la planta (14).

Si a estos criterios se les suma la influencia de *Azospirillum* spp en la absorción de nutrientes, explicándose la acumulación de compuestos nitrogenados sin existir una aparente fijación biológica del nitrógeno, así como la importancia que se le atribuyen a las micorrizas arbusculares en la absorción de nutrientes y que los efectos de ambos se potencian cuando actúan de forma sinérgica, entonces existirá una contribución mayor a la absorción de nutrientes por las plantas.

La utilización combinada de estos productos para mejorar la calidad nutricional de los cultivos, como alternativa a la fertilización mineral, no ha sido un tema ampliamente abordado a escala internacional. En Cuba, se cuenta con trabajos realizados en el cultivo del maíz inoculado con HMA y Biobras-16 como producto bioactivo, lográndose efectos positivos en la nutrición del cultivo (15); en el caso del producto Biostan, constituyen los primeros resultados sobre su compatibilidad con microorganismos benéficos en el cultivo del tomate, donde se demuestra que la acción combinada de microorganismos benéficos y productos bioactivos son una alternativa para mejorar la calidad nutricional en el cultivo con la menor aplicación de productos fertilizantes inorgánicos.

Influencia en el rendimiento agrícola y algunos de sus componentes. Al analizar el rendimiento agrícola y algunos de sus componentes (Tabla IV), se apreciaron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre todos los tratamientos, alcanzándose los mayores valores en aquellos en que se asperjó el producto tanto al inicio de la floración (T3), como en floración-fructificación (T4) y en aquel donde se realizaron dos aplicaciones, una al inicio de la floración y la otra en floración-fructificación (T5), todos de conjunto con el suplemento de 90 kg N.ha⁻¹, con una producción de 35 t.ha⁻¹, superando al testigo de producción (T8) en un 17 % en el 2000 y en un 14 % en el 2001, superándose a las plantas solo coinoculadas (T2) en un 17 % (2000) y 14 % (2001), demostrándose de esta manera la relación beneficiosa que se establece entre los microorganismos y las sustancias húmicas, donde se crea una vida ecológicamente compatible entre ambos.

Tabla IV. Influencia del Biostan y la coinoculación en el rendimiento agrícola y algunos de sus componentes

Tratamientos	No. flores/planta		No. frutos/planta		Fructificación (%)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
1. Testigo absoluto (0 fertilizante mineral y no inoculación)	4.92 d	4.86 d	3.78 d	3.87 d	76	79
2. <i>A. brasilense-G. clarum</i> +90 kg N.ha ⁻¹	12.55 c	13.57 c	10.74 c	11.53 c	85	85
3. <i>A. brasilense-G. clarum</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)	19.61 a	19.53 a	18.16 a	17.72 a	92	91
4. <i>A. brasilense-G. clarum</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)+Biostan (Fl-Fr)	19.59 a	19.50 a	17.78 a	17.69 a	90	91
5. <i>A. brasilense-G. clarum</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (Fl-Fr)	19.57 a	19.50 a	17.74 a	17.46 a	91	89
6. Biostan (IF)+90 kg N.ha ⁻¹	16.84 b	16.47 b	14.47 b	14.45 b	86	88
7. Biostan (Fl-Fr)+90 kg N.ha ⁻¹	17.36 b	16.53 b	14.35 b	14.46 b	82	87
8. Biostan (IF) y (Fl-Fr)+90 kg N.ha ⁻¹	16.76 b	16.57 b	14.40 b	14.44 b	86	87
9. Testigo de producción (150 kg N.ha ⁻¹)	16.80 b	16.59 b	14.59 b	14.70 b	87	89
ES x	0.42***	0.43***	0.40***	0.19***	----	----

Tratamientos	Masa promedio/fruto (g)		Rendimiento (t.ha ⁻¹)	
	2000	2001	2000	2001
1. Testigo absoluto	65.52 e	66.39 e	5.60 e	5.28 d
2. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹	92.50 a	91.74 a	31.89 b	32.64 b
3. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)	87.68 d	88.39 d	35.79 a	36.70 a
4. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (Fl-Fr)	88.37 d	88.42 d	36.83 a	36.55 a
5. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)+(Fl-FR)	87.76 d	87.54 d	35.79 a	35.72 a
6. Biostan (IF)+90 kg N.ha ⁻¹	90.44 bc	90.54 bc	30.43 cd	30.21 c
7. Biostan (Fl-Fr)+90 kg N.ha ⁻¹	89.70 c	89.79 c	29.81d	30.12 c
8. Biostan (IF) y (Fl-Fr)+90 kg N.ha ⁻¹	90.51 bc	90.55 bc	30.36 cd	30.18 c
9. Testigo de producción (150 kg N.ha ⁻¹)	91.44 ab	91.40 bc	31.56 bc	31.44 bc
ES x	0.39***	0.36***	0.41***	1.18***

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

También puede apreciarse cómo la aplicación del Biostan más el suplemento de 90 kg N.ha⁻¹ (T6, T7, T8) no difiere estadísticamente del testigo de producción, lo que evidencia cómo la sustitución del 40 % del fertilizante nitrogenado puede ser suplido por la aplicación exógena de este producto. Este resultado pudiera estar relacionado con el aumento de la composición de pigmentos fotosintéticos, haciendo que exista una mayor eficiencia en el proceso de fotosíntesis y por ende en la fijación de CO₂, produciendo fotosintatos que mejorarían la conversión metabólica de estos en otras estructuras como aminoácidos y proteínas, y así en el balance general del carbono en la planta (16).

El resultado obtenido en el rendimiento agrícola puede deberse además, entre otras causas, a que las sustancias húmicas manifiestan una actividad similar a la auxina, activando la bomba de protones a nivel de la membrana plasmática, incrementando así su permeabilidad (17); por otra parte, el hecho de actuar como reguladores del crecimiento, al ser aplicados por vía exógena pudiera regular de manera positiva algunos procesos en la planta relacionados con el balance hormonal endógeno, todo lo cual conlleva a un estímulo en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Respecto al Biostan, este se describe como un producto eficaz (16), para estimular el rendimiento de diferentes cultivos de interés agrícola por encima del 10 %. Por otra parte, se plantea que el Biostan en concentraciones acuosas por debajo de 20 mg.L⁻¹, 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 capaci-

dad 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 (2).

Influencia en la calidad bromatológica de los frutos. En la Tabla V se muestra el efecto de las inoculaciones simples y mixtas, y sus combinaciones con el producto bioactivo Biostan sobre algunas características bromatológicas, que definen la calidad interna del tomate para consumo fresco, siendo los tratamientos con mejor calidad interna aquellos donde se combina este bioestimulador aplicado en diferentes momentos, con la inoculación mixta *Azospirillum brasilense-Glomus clarum* en el momento de la siembra y su complementación con 90 kg N.ha⁻¹ (T3, T4, T5), poniéndose de manifiesto con este resultado cómo la combinación armónica de estos productos conlleva a una adecuada calidad interna de los frutos. Un mayor contenido de nitratos se obtuvo en el testigo de producción (T8), el cual superó en un 21 % a los restantes tratamientos.

El menor contenido de nitratos obtenido en los tratamientos donde se aplicaron los productos y solo 90 kg N.ha⁻¹, a diferencia del testigo de producción con 150 kg N.ha⁻¹, corrobora el criterio de que en el cultivo de las hortalizas se aportan cantidades altas de fertilizantes nitrogenados y agua de riego (18), lo que ocasiona que exista un flujo importante de nitrato en el agua de drenaje que provoca contaminación de los acuíferos; por ello, para reducir la creciente tasa de contaminación por nitratos en las zonas de agricultura intensiva, se hace absolutamente necesario mejorar la eficiencia en la utilización de los fertilizantes nitrogenados por las plantas, mediante fuentes alternativas a la nutrición mineral.

Tabla V. Influencia de la coinoculación y el Biostan en la calidad bromatológica

Tratamientos	Brix (%)		Acidez (%)		Nitrito (mg.kg ⁻¹ fruto)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
1. Testigo absoluto (sin fertilizar)	2.29 d	2.33 d	0.30 c	0.33 c	66.23 c	64.13 d
2. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹	4.28 b	4.32 b	0.39 b	0.41 b	75.27 b	73.29 b
3. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF)	5.17 a	5.23 b	0.41 b	0.39 b	75.31 b	74.38 b
4. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (FI-Fr)	5.12 a	5.28 a	0.40 b	0.41 b	76.34 b	73.33 b
5. <i>G. clarum-A. brasilense</i> +90 kg N.ha ⁻¹ +Biostan (IF) y (FI-Fr)	5.21 a	5.21 a	0.41 b	0.39 b	75.21 b	73.37 b
6. Biostan (IF)+90 kg N.ha ⁻¹	3.36 c	3.42 c	0.39 b	0.41 b	75.33 b	73.55 b
7. Biostan (FI-Fr)+90 kg N.ha ⁻¹	3.32 c	3.47 c	0.40 b	0.41 b	75.28 b	74.16 b
8. Biostan (IF) y (FI-Fr)+90 kg.	3.34 c	3.44 c	0.41 b	0.40 b	75.46 b	73.81 b
9. Testigo de producción (150 kg N.ha ⁻¹)	4.36 b	4.30 b	0.44 a	0.46 a	88.53 a	90.59 a
ES x	0.16***	0.19***	0.12***	0.13***	0.20***	0.18***

Medias con letras comunes no difieren significativamente para p<0.001

De acuerdo con los resultados presentados en este trabajo, puede concluirse que la combinación de microorganismos benéficos y productos bioactivos constituye una combinación beneficiosa para el cultivo del tomate, incidiendo estos productos en un adecuado estado nutricional de las plantas, así como propiciando un mayor incremento del rendimiento del cultivo, con una mejor calidad interna de los frutos.

REFERENCIAS

- Pizzeghello, D.; Sessi, E. y Muscolo, A. Hormone like activity of humic substances in *Fagus sylvaticae* forests. *New Phytol.*, 2001, vol. 15, p. 647-657
- Garcés, N. F. Impacto de la producción vegetal en la agricultura sostenible. Curso Internacional de posgrado. La Habana : UNAH, 2003.
- Azcón, R. B. Papel de la simbiosis micorrízica y su interacción con otros microorganismos rizosféricos en el crecimiento vegetal y sostenibilidad agrícola. En: *Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular*. Mexico : Mundi-Prensa. 2000. p. 1-15.
- Bashan, Y. Interactions of *Azospirillum* spp in soils: a review. *Biol. Fertil. Soils*, 2000, vol. 29, p. 246-258.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos. La Habana : Agrinfor, 1999. 33 p.
- Borges, Y. Contribución al estudio de la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos lixiviados por el cambio de uso de la tierra. [Tesis de Diploma]. UNAH. 2004, 67 p.
- Cuba, Minagri. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. La Habana, 1992.
- Terry, E.; Medina, N. y Pino, M. de los A. Efectividad agronómica de AzoFert y EcoMic en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 33-37.
- Fernández, F.; Vanega, L. F.; Noval, B. de la y Rivera, R. Producto inoculante micorrizógeno. Oficina nacional de propiedad industrial, No. 22641, 2000.
- Garcés, N. F. Evaluación, obtención y propiedades de sustancias bioactivas naturales para el desarrollo de las plantas. En: *Resúmenes del Simposio sobre Biología de los Suelos Tropicales*. Universidad de Caldas, 2000.
- Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. La Habana, 1999.
- Bennett, A. F. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. USA: American Phytopathological Society. 1996. 202 p.
- Nardi, S. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biol. and Biochem.*, 2000, vol. 32, no. 3, p. 415-419.
- Benitez, E. M.; Nogales, R. J.; Elvira, G. L.; Masciandaro, G. N. y Ceccanti, B. C. Enzyme and earthworms activities during vermicomposting of carbaryl treated sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, 1999, vol. 28, p. 1099-1104.
- Medina, N. Uso y manejo de micorrizas arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en los principales cultivos de interés económico para Cuba. [Informe final]; INCA. 1999. 57 p.
- Huelva, R. H. Efectos del metanol y los bioestimulantes vegetales Liplant (humus líquido) y Biostan sobre indicadores anatómicos-bioquímicos y productivos en los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). En: *AGROTROP'2002. Resúmenes*. La Habana, 2002.
- Canellas, L. P. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 2002, vol. 130, p. 1951-1957.
- Bañuls, J. B.; Legaz, F. A.; Monfort, P.L. y Primo, M. E. Respuesta de plantas de tomate a un inhibidor de la nitrificación en riego por goteo. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1999. p. 9-12.

Recibido: 15 de septiembre de 2004

Aceptado: 11 de mayo de 2005