

ARTÍCULO ORIGINAL

Efectividad de aplicación de bioplaguicida a través del sistema de riego localizado por micoaspersión en el cultivo del tomate

Effectivity of bioplagicide application through located irrigation system by micro sprinkler on tomato crop

Yuliet Mesa Bocourt¹, Carmen Duarte Díaz², Aymara García López²

RESUMEN. El presente estudio evaluó el efecto de la aplicación del bioplaguicida *Trichoderma sp* a través del sistema de riego localizado por micoaspersión, comparado con la aspersión foliar con el uso de la mochila de fumigación, en el control de la enfermedad fungosa Tizón temprano (*Alternaria solani* Soaruer); así como su influencia en el rendimiento y sus componentes durante el cultivo del tomate variedad Vyta. Se comprobó el efecto del biopreparado *Trichoderma* para reducir la incidencia de la enfermedad a un 32% por el sistema de riego 26% y a un cuando se aplicó por aspersión foliar. Por otra parte, se observó el efecto estimulante de este producto en el rendimiento del cultivo.

Palabras clave: riego micoaspersión, trichoderma, tizón temprano, rendimiento.

ABSTRACT. The present study evaluated the effect of the application of the bioplagicide *Trichoderma sp* through located irrigation system by micro sprinkler, of compared with the foliate sprinkler with the use of the fumigation backpack, in the control of the illness fungous Tizón temprano (*Alternaria solani* Soaruer); as well as its influence in the yield and its components during the tomato crop variety Vyta. The effect of the biopreparat *Trichoderma* was proven to reduce the incidence of the illness in 32% when it was applied by the irrigation system and in 26% for foliate sprinkle. On the other hand, the stimulating effect of this product was observed in the yield of the crop.

Keywords: micro sprinkler, trichoderma, tizón temprano, yields.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el tomate (*Solanum lycopersicum* L) ocupa una superficie anual de siembra de 48 000 ha con una producción de 645 000 toneladas y un rendimiento promedio de 13,44 t·ha⁻¹ (FAO, 2005). Sin embargo en los últimos años la producción de esta hortaliza no satisface la demanda de la población. Uno de los factores que afecta el rendimiento ha sido los cambios climáticos que provocan mayor incidencia de plagas y enfermedades (Moya *et al.*, 2009). Es por ello, que resulta conveniente identificar medidas de protección para disminuir los efectos dañinos que ocasionan las plagas en este cultivo.

En tal sentido, una de las alternativas para prevenir y controlar la incidencia de plagas ha sido el Manejo Integrado de Plagas (MIP), (Pérez y Vásquez, 1995), donde el control

biológico constituye una de las principales vías para reducir el uso de los plaguicidas sintéticos.

La utilización del hongo entomopatógeno *Trichoderma sp*, como parte del control biológico, ha demostrado ser efectivo no solo en el control de hongos del suelo sino también en foliares que afectan a diferentes cultivos incluido el tomate (Chet e Inbar, 1994). La aplicación de los productos biológicos se realiza fundamentalmente mediante la aspersión foliar. Sin embargo, otra alternativa para el control de las plagas puede ser la aplicación a través del sistema de riego localizado. Éste permite la distribución uniforme del producto.

Poco se ha informado sobre el efecto de los niveles de humedad en el suelo, así como del clima y las técnicas de riego en la incidencia de las plagas y enfermedades, aunque se conoce

Recibido 17/12/11, aprobado 28/01/13, trabajo 21/13, artículo original.

M.Sc., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Apdo. Postal 6090. La Habana. Cuba. , E-✉: yuliet@iagric.cu

Dr.C. Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana. Cuba.

que estos factores inciden en el comportamiento del cultivo ante condiciones no favorables. Sobre la base de lo planteado anteriormente, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de la *Trichoderma sp.*, a través del sistema de riego localizado por microaspersión, en el control de la *Alternaria solani* Sorauer en el tomate; así como su influencia en el comportamiento de variables del crecimiento y rendimiento de este cultivo.

MÉTODOS

Condiciones de cultivo

El presente trabajo se desarrolló en el Organopónico Experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, en el municipio Arroyo Naranjo de la provincia de La Habana.

En la Tabla 1, se señalan la caracterización química del sustrato, donde la materia orgánica, fósforo, calcio y magnesio se consideran contenidos medios y el sodio como ligeramente bajo, (Paneque, 2001); lo que demuestran que el sustrato presenta buenas condiciones para la siembra de cultivos hortícolas. (Duarte *et al.*, 2007).

Necesidades hídricas del cultivo

Para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo, se utilizaron los coeficientes del cultivo determinados por León *et al.*, (2003), como se indica en la Tabla 2.

TABLA 2. Coeficientes del cultivo por fases fonológicas en el tomate

Fases del cultivo	Coefficiente de cultivo (Kc)	Duración (días)	No. de riegos	Etc (mm)
Vegetativa	0,54	11	8	12,88
Floración- Fructificación	0,92	35	6	74,54
Fructificación- Maduración	1,06	7	2	7,84
Maduración- Cosecha	0,78	14	8	62,76
Global	0,83	67	24	95,26

Tratamientos utilizados

Los tratamientos en función de la forma en que se aplicó el bioplaguicida *Trichoderma sp.*, cepa (TS-3) con dosis de 20 L·ha⁻¹ en los 9 canteros del área de experimentación, consistieron en:

- I) Aplicación de *Trichoderma* por aspersión foliar con el uso de la Mochila (método tradicional).
- II) Aplicación de *Trichoderma* a través del sistema de riego por microaspersión.
- III) Testigo. Sin Aplicación de *Trichoderma*.

Evaluaciones realizadas

La Dinámica de humedad del suelo (cm³·cm⁻³): Se controló mediante la medición de la misma a 20 cm de profundidad con una sonda electromagnética del tipo TDR (Modelo HIDROSENSE, 2001), calibrado por López *et al.*, (2006). Se realizaron 3 mediciones diarias por cantero.

Temperatura del suelo (°C): Se midió con un termómetro de pincho digital HDT-1. Se realizaron 3 mediciones diarias por cantero, para estimar la variación puntual dentro del mismo (Silva, 1992).

Variables climáticas: La Evapotranspiración de referencia (ET_o) se tomó de la Estación meteorológica ubicada en Santiago de las Vegas, con una serie histórica de 12 años. Las variables: humedad relativa (%), velocidad del viento (m·s⁻¹), temperatura del aire (°C), y precipitaciones (mm), se midieron con un intervalo de dos a tres días y en la propia área de estudio.

Índice de infestación de enfermedad: Se determinó para la enfermedad Tizón temprano producida por *Alternaria solani*, Sorauer. Se utilizó la fórmula recomendada por Tonwensend y Heuberger citado por Ciba-Geigy (1981). Se evaluó la infestación a partir de una escala de desarrollo de la enfermedad (Tabla 3) en 20 plantas seleccionadas de forma aleatoria por tratamiento a partir del Registro del campo recomendado por el INISAV (Almandoz *et al.*, 2008).

TABLA 1. Caracterización química del sustrato

Na	K	Indicadores				N total
		Ca	Mg	P	MO	
Cmol·kg ⁻¹		Mg·L ⁻¹		%	%	
0,42	1,33	27,7	5,5	20,07	4,55	0,17

Material vegetal

El cultivo de referencia fue el tomate (*Solanum lycopersicum*). La variedad empleada fue Vyta. Se trasplantó en dos hileras por cantero separadas a 0,40 m y a una distancia entre plantas de 0,25 m (Vázquez, 2011).

Sistema de riego

El sistema de riego empleado fue localizado por microaspersión con un gasto del emisor de 38,7 L·h⁻¹, para la presión de 150 kPa según Pizarro, (1987). El sistema trabajó con coeficiente de uniformidad de 92,49%, determinado por el método de Merriam y Keller, (1974), con lo que se garantizó el riego uniforme en todos los canteros del experimento.

TABLA 3. Escala de Evaluación de desarrollo enfermedades fungosas en el área foliar (Tizón temprano, Mancha gris, Moho y Amarillamiento en la hoja)

Grado	Descripción del daño/plantón
0	Planta sana
1	De 1 a 5 manchas en la planta (1% infección)
2	De 5 a 10 manchas (10% de la superficie foliar de la planta afectada por el hongo)
3	De 11 a 25 manchas (25% de la superficie de la planta atacada por el hongo).
4	De un 26 a 50 manchas (50% de la superficie foliar de la planta atacada por el hongo).
5	Más de 50 manchas (+50% de la superficie de la planta ocupada por el hongo).

Rendimiento y sus componentes: Se evaluó en la fase final del cultivo a los 89 Días Después del trasplante (DDT), el rendimiento fresco ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Se utilizó un área de 1m^2 y se hicieron las mediciones en 5 réplicas por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de humedad y temperatura del sustrato

En la Figura 1, se observa que la humedad volumétrica del sustrato se mantuvo en el rango entre el 85 y 95% de la capacidad de campo ($0,42\text{ cm}^3\cdot\text{cm}^{-3}$). Este comportamiento es propio del riego localizado de alta frecuencia y se correspondió

con lo informado por otros autores al evaluar este indicador para similares condiciones de cultivo a las utilizadas en este estudio (García *et al.*, 2009). Lo anterior indicó, que existieron condiciones favorables de humedad para el desarrollo de las plantas de tomate.

Al valorar las mediciones de temperatura del sustrato (Figura 2), se detectó que hubo similar tendencia entre los valores diarios en cada tratamiento. De acuerdo a este resultado, se pudiera considerar que los tratamientos se encontraron en igualdad de temperatura interna y dentro del rango $10\text{-}25^\circ\text{C}$, el cual se consideró permisible para el desarrollo del tomate (Gómez *et al.*, 2000).

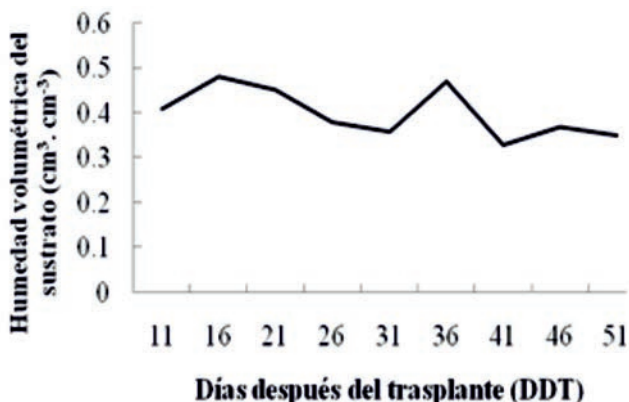


FIGURA 1. Dinámica de humedad del sustrato durante el cultivo tomate en Organopónico

Asimismo, se apreció que hubo coincidencia en los picos de temperatura del suelo y ambiental (Figuras 2 y 3). Este comportamiento pudiera atribuirse a la acumulación del calor y a la pérdida del mismo durante el día y noche, además se pudo comprobar que no existieron diferencias apreciables en la temperatura de los tres tratamientos empleados.

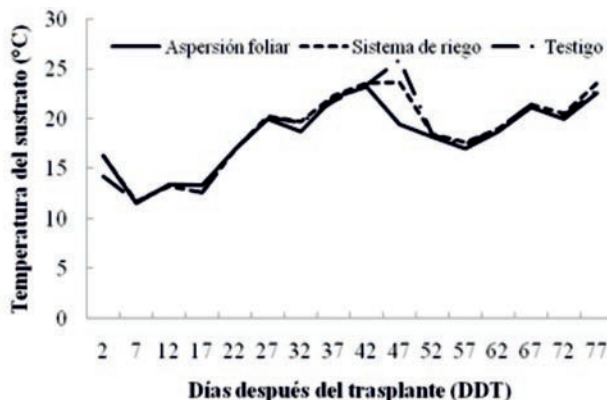


FIGURA 2. Dinámica de la temperatura en el sustrato durante el cultivo de tomate en Organopónico

Variables climáticas

Durante el período de experimentación, la mayor concentración de los valores de temperatura ambiente (Figura 3a), se mantuvieron dentro del rango permisible de 20 a 30 °C para el desarrollo de esta hortaliza (Valdés, 1991).

Por otro lado, la humedad relativa fue superior al 70% (Figura 3b). Estos valores indicaron que el medio fue propenso para el desarrollo de enfermedades; fundamentalmente de origen fungoso (Shotto, 1987). Por tanto pudiera ser inapropiado para el crecimiento del cultivo.

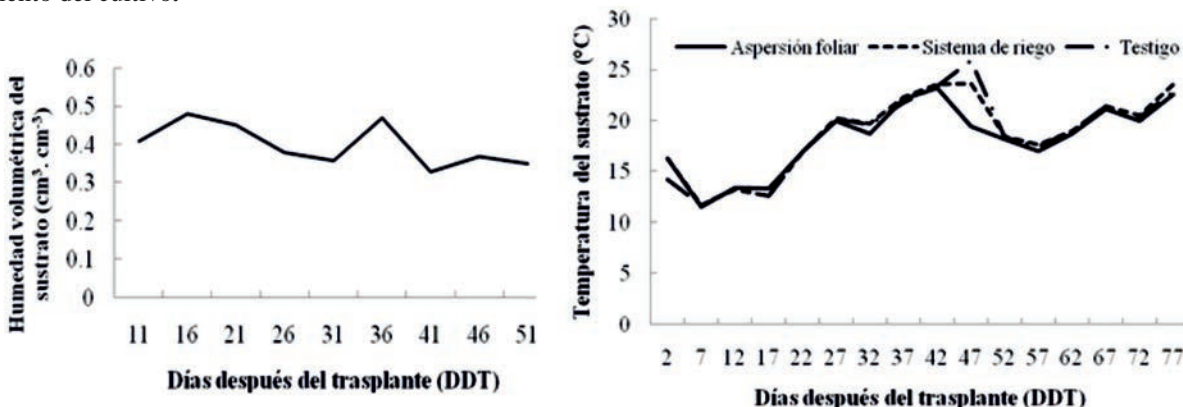


FIGURA 3. Evolución de la humedad relativa (a) y temperatura ambiente (b) durante el cultivo del tomate en Organopónico

Las precipitaciones aunque en ocasiones pequeñas, oscilaron entre 0 a 20 mm (Figura 4c), pero estas fueron seriadadas durante el periodo poco lluvioso de enero a marzo. Se aprecia que a los 47 DDT el cultivo, que se corresponde con la fase de floración, ocurrió la incidencia de 107 mm de precipitación; para lo cual no fue preciso regar en días posteriores y provocó una disminución en la temperatura del sustrato (Figura 3b), y reducción del riego, realizándose (solo 2 en esta fase) de los 24 riegos aplicados

durante el ciclo del cultivo, donde la precipitación superó en esta etapa los valores de Evapotranspiración de referencia (Eto).

Por otro lado, se ha demostrado que el viento puede ser dañino y contribuir a la incidencia de la enfermedad (INIFAT, 2007). En la figura 4d, se encontró que los valores de velocidad del viento oscilaron entre 2 y 10 m·s⁻¹, que en este caso se consideran bajos comparados con los que reporta el Instituto de Meteorología (2010 a, b, c y d).

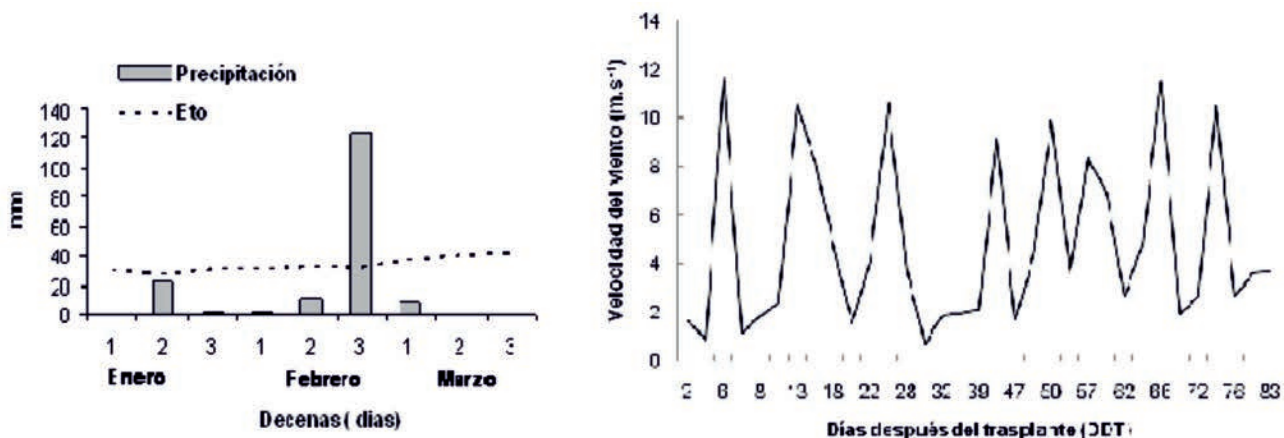


FIGURA 4. Evolución de la precipitación (c) y velocidad del viento (d) durante el cultivo del tomate en Organopónico.

Efecto de la *Trichoderma sp* en el índice de Infestación de la *Alternaria solani* Sorauer.

La mayor incidencia de la enfermedad se presentó en el tratamiento testigo (Figura 5), con un mayor porcentaje de índice de infestación en todas las fases fenológicas. Cuando se aplicó la *Trichoderma* por aspersión foliar la infestación fue menor comparado a la aplicación por la vía del sistema de riego localizado. Los resultados reflejados coinciden con lo informado por Almandoz *et al.*, (2008).

Se puede señalar que este aumento en la incidencia de la enfermedad tizón temprano, pudo estar dado por el efecto de

factores ambientales; los cuales son favorables para el desarrollo de este hongo como las débiles precipitaciones continuadas (Figura 4 c; así como cambios de las temperaturas, humedad relativa y velocidad del viento (Figuras 3 a, b y 4 d), (Almandoz *et al.*, 2008).

A pesar del desarrollo de la *Alternaria solani*, se demostró que la *Trichoderma sp* controló la incidencia de esta enfermedad (Figura 5). No obstante, la aplicación del hongo entomopatógeno mediante la técnica de aspersión foliar con el empleo de la mochila de fumigación, tuvo mejor efecto al reducir la incidencia de la enfermedad Tizón Temprano a un 26%. Para

este tratamiento se observaron plantas más vigorosas con mayor cantidad de frutos, comparado con la aplicación del producto a través del sistema de riego localizado que la redujo a un 32%.

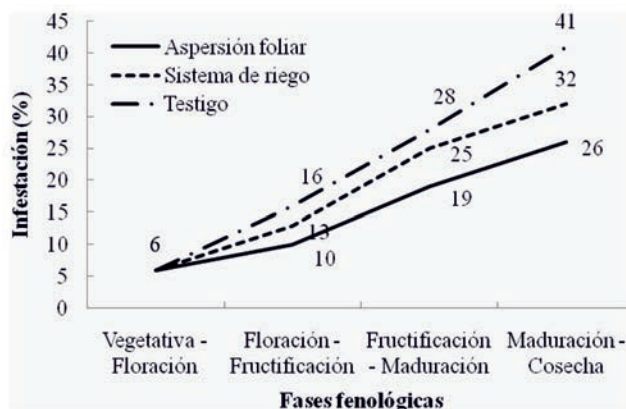


FIGURA 5. Efecto de aplicación de la *Trichoderma sp* en el índice de infestación de la *Alternaria solani* Sorauer.

Por otra parte, se ha informado en diversos trabajos el efecto positivo de la *Trichoderma* en el control de otras enfermedades tales como: el estrangulamiento del tallo, tizón tardío, amarillamiento de las hojas, además de controlar insectos como los nemátodos, (Stefanova y Vázquez, 2011).

Los resultados obtenidos en cuanto a la aplicación de la *Trichoderma* a través del sistema de riego localizado, no habían sido informados con anterioridad, por lo que constituyen una novedad en este estudio; y aunque su efecto fue inferior a la aspersión foliar, se considera una alternativa de aplicación de productos biológicos para condiciones de Organopónico, con reducción considerable de la mano de obra y costos de la actividad.

También resultó novedoso la utilización de la cepa TS 3 en el control de la enfermedad tizón temprano, ya que la misma se ha empleado generalmente contra nemátodos del género *Meloidogyne spp* (Stefanova y Vázquez, 2011); y hasta el momento no se había informado su uso para contrarrestar la incidencia del tizón temprano.

Una explicación al efecto de la aplicación de *Trichoderma sp* por aspersión foliar pudiera ser debido a que ésta se aplica directamente a la superficie de las hojas; mientras que a través del sistema de riego el producto se distribuye al suelo, y luego se absorbe por el sistema radical hasta las hojas; por lo que el efecto protector contra la enfermedad pudiera tardarse con relación a la aspersión foliar.

No obstante, de los resultados obtenidos en este estudio se evidenció que la aplicación de *Trichoderma* por el sistema de riego tiene entre otras ventajas, que favorece una distribución

más uniforme del producto, considerado a partir de la determinación del coeficiente de uniformidad que en este experimento obtuvo valores de 92,49%, para éstas condiciones.

Análisis del Rendimiento de tomate y número de fruto

La Tabla 4, refleja que en el rendimiento no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados. Los valores estuvieron en el orden de los 11 kg·m⁻². Sin embargo, en cuanto al número de frutos, hubo variaciones significativas, de las cuales el mejor tratamiento resultó ser el de aplicación de trichoderma por aspersión foliar con 30,58 frutos por planta.

TABLA 4. Rendimiento y componente del mismo en el cultivo de tomate Vyta

Tratamientos	Rendimiento kg·m ⁻²	ES±
Aspersión foliar	11,07	2,43
Sistema de Riego localizado	11	2,51
Testigo	11,01	3,54

CONCLUSIONES

- La aplicación del producto biológico *Trichoderma sp* a través del sistema de riego por microaspersión, constituye otra alternativa de solución para el control de la *Alternaria solani* Sorauer, ya que hubo una reducción de la incidencia de la enfermedad para un 22%, de la mano de obra y costos de la actividad.
- La aplicación del producto biológico *Trichoderma* por aspersión foliar con la utilización de la mochila de fumigación en las diferentes fases del cultivo de tomate, presentó mejor efectividad que a través del sistema de riego localizado, por cuanto hubo mayor reducción de la incidencia de la *Alternaria solani* Sorauer para un 36%.
- El control de la enfermedad Tizón temprano a través del método preventivo de aplicación del bioplaguicida, y al manejo agroecológico general efectuado, no afectó los rendimientos esperados al cultivo, siendo del orden de 11 kg·m⁻² en los tratamientos estudiados.
- Los resultados de la aplicación preventiva de la *Trichoderma* al cultivo de tomate demostraron, que las técnicas utilizadas, a través del sistema de riego y con la mochila de fumigación, unida a las otras acciones agroecológicas en el organopónico, resultaron factibles para proteger las acciones del suelo y el clima sobre el desarrollo de la enfermedad fungosa en el cultivo de tomate Vyta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMÁNDOZ, J.; G. GONZÁLEZ Y J. DÍAZ: *Incidencia de plagas hortícolas y métodos para su control en Cuba*, Entrenamiento, Ed. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba, 2008.
2. CIBA-GEIGY: *Manual de ensayo de campo en producción vegetal*, 2^{da} ed-Switzerland, 205, Switzerland, 1981.
3. CHET, I. & J. INBAR: "Biological control of pathogens", *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 48(1), 1994.
4. CUBA. MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE: Instituto de Meteorología, Boletín Agrometeorológico Nacional. 29 (4), (8), (9) y (10) 1^{ra}, 2^{da}, 3^{ra} década de febrero, marzo y abril. ISSN 1029-2055. La Habana, Cuba, 2010.
5. DUARTE, C., R. CUN, L. MONTERO, F. GONZÁLEZ, O. CAMPOS y M. PEDROSO: *Manejo del riego y dosificación de fertilizantes ecológicos en el fertirriego del tomate protegido y de organopónico*, Ed. IIRD, La Habana, Cuba, 2007.

6. FAO: *FAOSTAT, Database Results*. [en línea] junio, 2012, Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/statistics/>, 2005. [Consulta: junio, 6 2012].
7. GARCÍA, A., R. CUN, L. CHONG, C. DUARTE Y L. MONTERO: *Calibración de la Cámara de presión hidráulica desarrollada en Cuba por el IIRD*, Ed. IIRD, La Habana, Cuba, 2009.
8. GARCÍA, L.: *Índice de estrés hídrico del cultivo de tomate de cáscara*, Ed. IIRD, La Habana, Cuba, 2004.
9. GÓMEZ, O. Y M. CASANOVA: *Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe*, Ed. Instituto de investigaciones "Liliana Dimitrova", 310, La Habana, Cuba, 2000.
10. INIFAT: *Cultivo de especies hortícolas en organoponía*, Ed. Instituto Nacional de Investigaciones de la Agricultura Tropical, La Habana, Cuba, 2007.
11. LEÓN, M. y R. CUN: "Necesidades hídricas del tomate protegido en las condiciones de Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 12(3): 5-8, 2003.
12. López, T., F. Gonzáles, G. Cid: Particularidades de la utilización de sondas electromagnéticas para la determinación de la humedad de los suelos y la cuantificación de balance hídrico, En: **Memorias Evento AGRING´2006**, La Habana Cuba, 2006.
13. MERRIAN, J. & J. KELLER: *Far irrigation sytem evaluation: a guide for management*, Trird Edition. Utah State University, Logan Utah USA, 1978.
14. MOYA, C., M. ÁLVAREZ, D. PLANA, M. FLORIDO, F. DUEÑAS, J. ARZRIGA, J. HERNÁNDEZ, I. AMAT, L. SANTIESTEBAN y E. FONSECA: "Evaluación y selección participativo de nuevas líneas y variedades de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en la región oriental de Cuba", *Cultivos Tropicales*, 30(2): 66-72, 2009.
15. MINAG: *Instructivo Técnico de Hortalizas Menores*, Ed. MINAG, Habana, Cuba, 2000.
16. PÉREZ, N. y L. VÁSQUEZ: *Manejo Ecológico de Plagas*, 296, Ed. MINAG, Habana, Cuba, 1995.
17. PIZARRO, F.: *Riego Localizado de Alta Frecuencia*, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 1997.
18. SHOTTO, D.: "Hidroponía", *Cultura sem terra*, Brasil, 1987.
19. SILVA, Y.: *Meteorología y Climatología*, La Habana, Cuba, 1992.
20. STEFANOVA, M. y, L. VÁSQUEZ: *Productos a base de los hongos Trichoderma harzianum cepas (A34 y A53) y Trichoderma viride cepa (TS 3) contra patógenos del suelo y nemátodos*, Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana. vol (I), 249-265, La Habana, Cuba, 2011.
21. VALDÉS, S.: "Cultivo del tomate", *En cultivo de Hortalizas en trópico y sub-trópicos*, *Corropiexes*: 33-113, República Dominicana, 1991.
22. VÁSQUEZ, L.: *Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana*, vol (I), 249, La Habana, Cuba, 2011.

CRECIMIENTO SOSTENIBLE EN LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA

UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA

- *Mecanización en la agricultura ecológica
- *Biotecnología vegetal
- *Biofertilizantes
- *Biorreguladores de crecimiento vegetal
- *Control de plagas
- *Laboratorios de análisis químico
- *Alimentación animal no convencional
- *Mejoramiento animal
- *Sistemas silvopastoriles