

ARTÍCULO ORIGINAL

Efectividad de la aplicación de bioplaguicida a través de un sistema de riego localizado en el cultivo del tomate en organopónico

Effectiveness biopesticide application through an irrigation system in the cultivation of tomatoes in organoponic

M.Sc. Yuliet Mesa Bocourt

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El presente estudio se realizó en el Organopónico experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola del municipio Arroyo Naranjo. Se evaluó el efecto de la aplicación del bioplaguicida *Trichoderma sp* a través del sistema de riego localizado por microaspersión, 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 durante el cultivo del tomate variedad Vyta. Se comprobó el efecto del biopreparado Trichoderma, para reducir la incidencia de la enfermedad en un 22% cuando se aplicó por el sistema de riego y en un 36% por aspersión foliar. Por otra parte, se observó el efecto estimulante de este producto en el rendimiento del tomate.

Palabras clave: microaspersión, aspersión foliar, fumigación, Tizón temprano.

ABSTRACT. This study was conducted in the experimental Organoponic of Research Institute of Agricultural Engineering, Arroyo Naranjo municipality. The effect of the application of *Trichoderma sp* biopesticide through the irrigation system by micro compared with foliar spray using backpack spraying in controlling fungal disease early blight (*Alternaria solani* Soaruer); and its influence on performance during the tomato crop variety Vyta. We demonstrated the effect of *Trichoderma* bioproduct to reduce the incidence of the disease in 22% when applied in the irrigation system and 36% by foliar spraying. Furthermore, the stimulating effect was observed for this product in the yield of tomatoes.

Keywords: micro sprinkler, foliar spray, spraying, early blight.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el tomate (*Solanum lycopersicum* L) ocupa una superficie anual de siembra de 48 000 ha (FAO, 2005). Sin embargo en los últimos 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 aplicar el Manejo Integrado de Plagas (MIP), y dentro de este el control biológico (Pérez y Vásquez, 1995), como alternativa de solución.

La utilización del hongo entomopatógeno *Trichoderma sp*, como parte del control biológico, ha demostrado ser efectivo en el control de hongos patógenos del suelo y 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.

Sobre la base de lo planteado anteriormente, este trabajo investigativo tiene como objetivo fundamental: Evaluar la efectividad de aplicación del bioplaguicida, *Trichoderma sp*, a través del sistema de riego localizado por microaspersión, sobre el control de la enfermedad fungosa Tizón temprano ocasionada por la *Alternaria solani* Soaruer, así como su incidencia en el rendimiento del tomate en condiciones de Organopónico.

MÉTODOS

Ubicación y condiciones experimentales

El estudio se realizó en el Organopónico Experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Arroyo Naranjo, en la provincia La Habana (Figura 1).

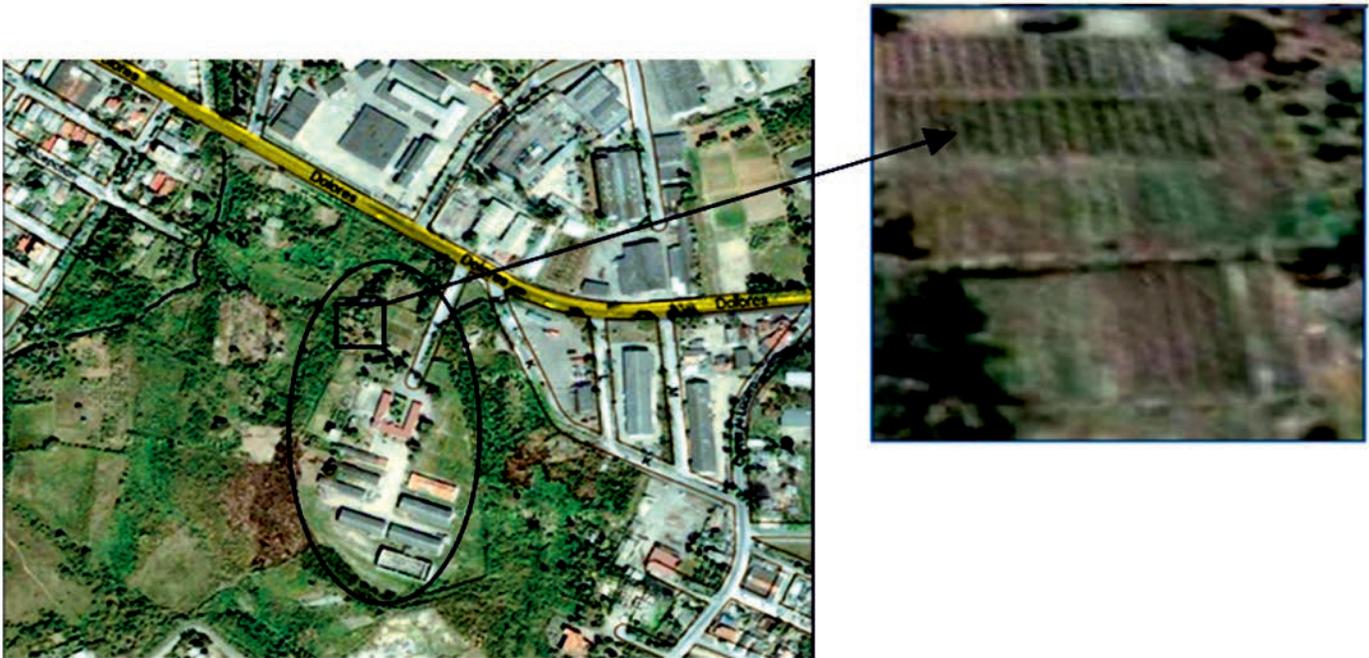


FIGURA 1. Ubicación de área experimental.

Características del sustrato

El sustrato utilizado estuvo compuesto por una mezcla de suelo Ferralítico Rojo compactado y estiércol vacuno previamente descompuesto en una relación de 1:1 v/v; (AGRINFOR, 2000.)

Condiciones de cultivo

El cultivo en estudio fue el tomate (*Solanum lycopersicum* L; Moya *et al.*, 2009) variedad empleada fue Vyta,

Sistema de riego

El sistema de riego empleado fue localizado por microaspersión con un gasto de emisores de 38,7 L·h⁻¹ insertados en

laterales de PEBD de 16 mm de diámetro separados a 1 m de espaciamiento. El sistema trabajó con coeficiente de uniformidad de 92,49%, determinado para estas condiciones por el método de Merriam y Keller, (1974), según Pizarro, (1987) para la presión de 150 kPa, con lo que se garantizó el riego uniforme en todos los canteros del experimento.

Necesidades hídricas del cultivo

Se utilizaron los coeficientes del cultivo determinados para estas condiciones por León *et al.*, (2003). Se aplicó la misma dosis total de 1752,0 m³·ha⁻¹, con una frecuencia de riego fija en días alternos (Tabla 1).

TABLA 1. Coeficientes del cultivo de tomate para condiciones de organopónico

Fases del cultivo	Coefficiente de cultivo (Kc)	Duración (día)	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

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, que 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 localizado por microaspersión.
- III) Testigo. Sin Aplicación de Trichoderma.

Evaluaciones realizadas

Determinación de la dinámica de humedad del suelo

Se realizaron mediciones a 20 cm de profundidad con el TDR, calibrado por López *et al.*, (2006), por el método gravimétrico, mediante mediciones diarias en tres puntos por cantero (inicial, media y final).

Evaluación de la Temperatura del suelo

Se midió la temperatura del suelo con el termómetro de pincho digital. Se realizaron 3 mediciones diarias por cantero, para los diferentes tratamientos.

Registro del comportamiento de las variables climáticas

La Evapotranspiración de referencia (ET_o) aportado por la Estación meteorológica de Santiago de las Vegas, (ISMET, 2008). Las restantes variables climáticas se midieron en la propia área objeto de estudio.

- Humedad relativa (%) – (Higrómetro digital)
- Velocidad del viento (m.s⁻¹) – (Anemómetro)
- Temperatura del aire (°C) – (Higrómetro digital y con termómetro ambiental)
- Precipitaciones (mm) – (Pluviómetro)

Determinación del Índice de infestación de enfermedad

Se determinó el índice de Infestación, utilizado para diferentes enfermedades fungosas mediante la fórmula recomendada por Tonwsend y Heuberguercitado por Ciba-Geigy (1981).

Se aplicó el método de observación en el campo, para evaluar la incidencia de la de evaluación de desarrollo para la misma (Tabla 2).

Expresión:

$$\% \text{ Infestación} = \sum_0^i \left(\frac{n \cdot v}{i \cdot N} \right) \cdot 100$$

Enfermedad Tizón temprano producida por *Alternaria solani*, Sorauer, a partir de una escala

TABLA 2. Escala de Evaluación de desarrollo enfermedades fungosas en el área foliar (Tizón temprano, Mancha gris, Moho y Amarillamiento en la hoja) según Ciba-Geigy (1981)

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).

Tomado del Entrenamiento del control de plagas en los cultivos hortícola en Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad vegetal (2008).

Rendimiento y número de frutos

Se evaluó el rendimiento fresco (kg·m⁻²). Se hicieron las mediciones en 5 réplicas por tratamiento tomadas en un área de 1 m².

Análisis Estadístico

Se utilizó el paquete estadístico, STATGRAPHICS Plus y se hicieron comparaciones de muestras independientes con un nivel de confianza del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de humedad y temperatura del sustrato

En la Figura 2, se observa que la humedad volumétrica del sustrato se mantuvo entre el rango de 85 y 95% de la capacidad de campo (0,42 cm³·cm⁻³). Este comportamiento es propio del riego localizado de alta frecuencia y se correspondió con lo informado por García *et al.*, (2009) y Cun, (1996) al evaluar el contenido de humedad volumétrica del suelo de 0 a 40 cm de profundidad, durante el cultivo del tomate regado al 100% de la evapotranspiración a intervalo diario, obteniendo valores entre 0,41 y 0,43 cm³·cm⁻³. Este resultado indicó que existen condiciones favorables de humedad para el desarrollo del cultivo del tomate en el área experimental del organopónico.



FIGURA 2. Dinámica de humedad del sustrato durante el cultivo tomate en Organopónico.

Al valorar la temperatura del sustrato (Figura 3), se detectó, que hubo similar tendencia entre los valores diarios en cada tratamiento. Por lo que se encontraron en igualdad de temperatura interna y dentro del rango 10-25°C, el cual se consideró permisible para el desarrollo del tomate (Gómez *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos a partir de la evaluación de estas variables, indicaron que no hubo deficiencia hídrica en el suelo; lo cual pudiera favorecer un crecimiento y desarrollo de las plantas sanas en este cultivo.

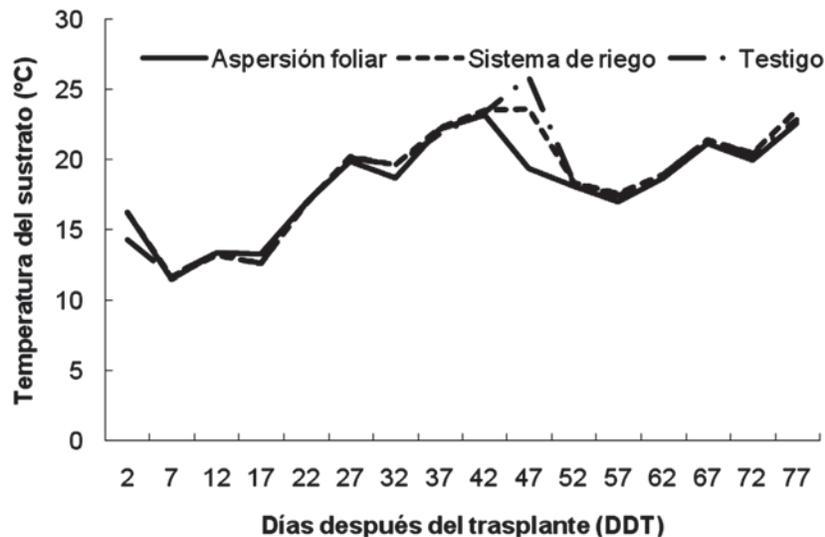
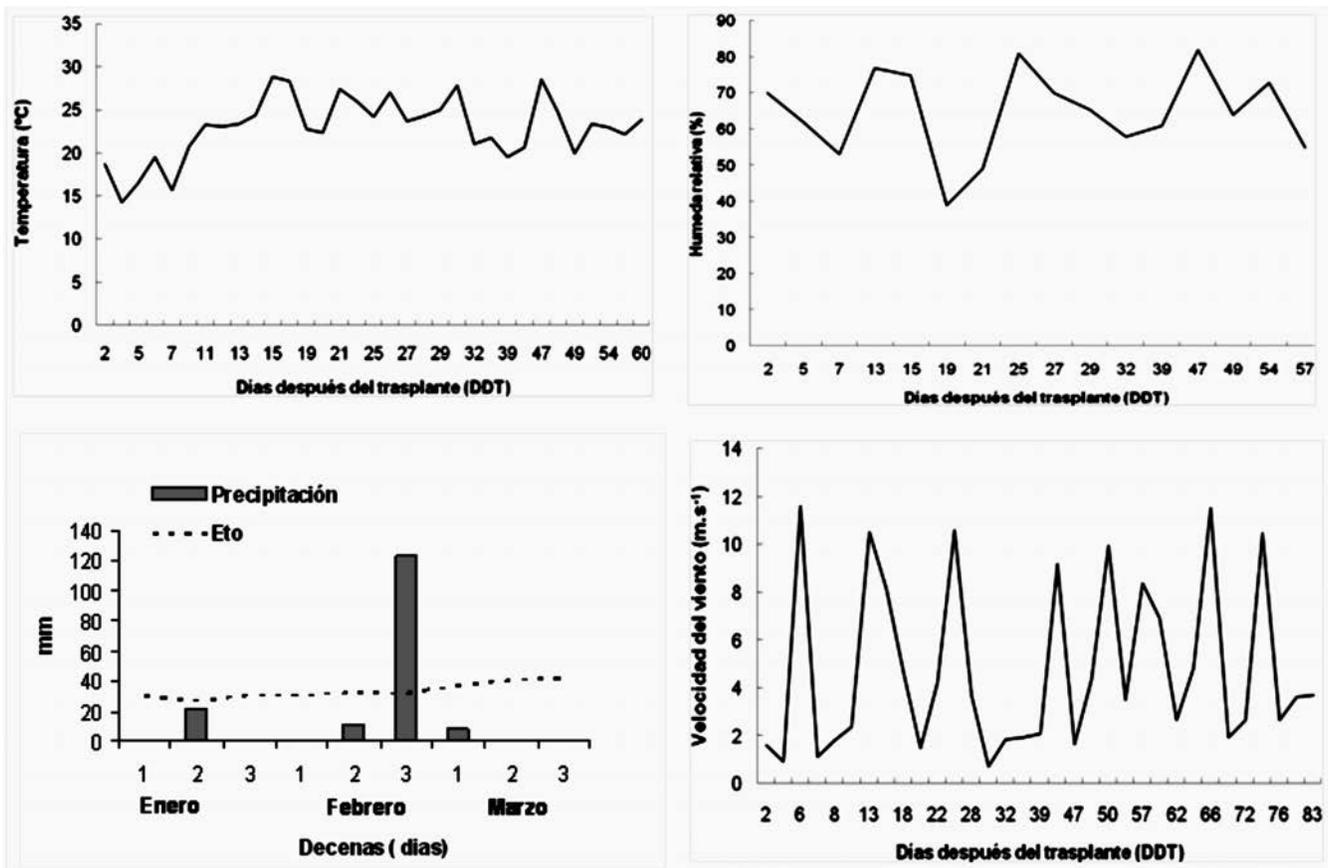


FIGURA 3. Dinámica de la temperatura en el sustrato durante el ciclo del cultivo de tomate en organopónico.

Comportamiento de las variables climáticas en la aparición de la enfermedad tizón temprano

En la (Figura 4a) la mayor concentración de los valores de temperatura ambiente se mantuvieron entre 20 a 30 OC, lo que es favorable para el desarrollo de esta hortaliza, según (Valdés, 1991). Por otro lado, la humedad relativa fue superior al 70% (Figura 4b). Estos valores indicaron que el medio fue propenso para el desarrollo de enfermedades; fundamentalmente de origen fungoso y por tanto pudiera ser inapropiado para el crecimiento del cultivo. (Shotto, 1987). Las precipitaciones en ocasiones pequeñas, oscilaron entre 0 a 20 mm (Figura 4c), pero éstas fueron seriadadas durante el período poco lluvioso de enero

a marzo. Se apreció que en la tercera decena de febrero y la fase de floración, ocurrió la incidencia de 107 mm de precipitación; para lo cual no fue preciso regar y que días posteriores, provocó una disminución en la temperatura del sustrato (Figura 2) y reducción del riego, donde la precipitación superó los valores de la Evapotranspiración de referencia (E_t). En la (Figura 4d), se encontró que los valores máximos de velocidad del viento oscilaron entre 2 y 10 m·s⁻¹, los cuales se encuentran por debajo de los que reporta el Instituto de Meteorología (2010a), que el viento puede ser dañino y contribuir a la incidencia de las enfermedades (INIFAT, 2007). Oscilan entre 12,5 y 13,5 m·s⁻¹, coincidiendo con el período del estudio. Por otro lado, se ha demostrado



FIGURAS 4a, b, c y d. Evolución de la temperatura ambiente, humedad relativa, precipitaciones conjuntamente con la Eto y velocidad del viento durante el ciclo del tomate.

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

En la Figura 5, se apreció que a medida que el cultivo se desarrolla existió un incremento en la incidencia de la enfermedad Tizón temprano, siendo menor la infestación en la fase vegetativa-floración y mayor en la de maduración -cosecha, para todos los tratamientos y comportándose de forma diferente de acuerdo a los valores mostrados.

La mayor incidencia de la enfermedad se presentó en el

tratamiento testigo, donde no hubo aplicación de *Trichoderma*, con un mayor porcentaje de índice de infestación en todas las fases fenológicas evaluadas para un 41%. Por otro lado se pudo apreciar que la mayor reducción de infestación, se detectó en el tratamiento con la aplicación del biopreparado por aspersión foliar con el uso de la mochila para un 36% observándose plantas más vigorosas con mayor cantidad de frutos, comparado a la aplicación por la vía del sistema de riego localizado que alcanzó un 22%. En ambos tratamientos se obtuvo mejor comportamiento que en el testigo. Los resultados reflejados coinciden con lo informado por (Almandoz *et al.*, 2008) y (Rodríguez *et al.*, 1998).

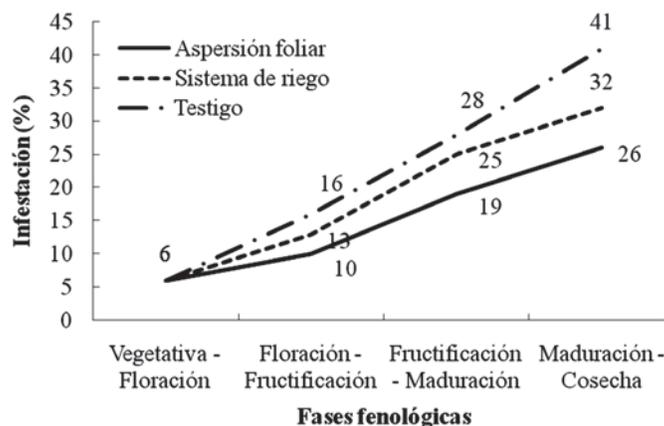


FIGURA 5. Efecto de aplicación de la *Trichoderma sp.* en el índice de infestación de la *Alternaria solani* Sorauer.

Se puede señalar, que este aumento en la incidencia de la enfermedad tizón temprano, pudo estar dado por el efecto de factores ambientales; favorables para el desarrollo de este hongo como las débiles precipitaciones continuadas combinadas con las altas temperaturas y humedad relativa superiores al 70%. (Figuras 4a, b y c), (Almandoz et al., 2008).

Por otro lado, Pérez (2004) y Vázquez (2008), han señalado que este hongo antagonista, presenta la capacidad de destruir las paredes celulares e interiores de los hongos fitopatógenos debido a su actividad enzimática, además de producir sustancias antibióticas.

Los resultados obtenidos en cuanto a la aplicación de *Trichoderma sp* y utilización de la cepa TS 3, que la misma se ha empleado generalmente contra nemátodos del género *Meloidogyne spp* (Stefanova y Vázquez, 2011) y no se ha realizado su aplicación a través del sistema de riego localizado, no habían sido informados con anterioridad, por lo que constituyen una novedad de 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, al considerar que su efecto supera al tratamiento testigo.

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.

Análisis del rendimiento de tomate y número de frutos

La Tabla 3, 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

TABLA 3. Rendimiento total y número de frutos por plantas en el cultivo de tomate Vyta por tratamientos

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

Nota: Las letras iguales significa que no existe diferencias significativas al 95% de nivel de confianza.

CONCLUSIONES

- La aplicación del producto biológico *Trichoderma sp*, a través del sistema de riego por microaspersión, constituyó 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 enfermedad 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRINFOR: *Manual técnico de organopónicos y huertos Intensivos*, Ed. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. INIFAT-ACTAC., La Habana, Cuba, 2000.
- ALMÁNDOZ, J.; G. GONZÁLEZ y J. DÍAZ: Incidencia de plagas hortícolas y métodos para su control en Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 2008.
- CIBA, G.: *Manual de ensayo de campo en producción vegetal*, 2da. ed., Switzerland, 1981.
- CUN, G., R.: *Respuesta del tomate al riego deficitario controlado con la técnica por goteo*, 63pp., **Tesis (en opción al título de Maestro en Ciencias en la Especialidad Riego y Drenaje)**, Universidad Agraria de La Habana, 1996.
- GARCÍA, A.; R. CUN; L. D. CHONG, C. y L. MONTERO: "Calibración de la Cámara de presión hidráulica desarrollada en Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(3): 24-29, 2009.
- GÓMEZ, O. y M. A. CASANOVA: *Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe*, Ed. Instituto de investigaciones "Liliana Dimítrova", La Habana, Cuba, 2000.
- INIFAT: *Cultivo de especies hortícolas en organoponía*, INIFAT, La Habana, Cuba, 2007.
- INSMET: *Base de datos climáticos*. Estación Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba, 2008.
- INSTITUTO DE METEOROLOGÍA: *Boletín Agrometeorológico Nacional*. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, 29(4, 1era. decena de febrero), La Habana, Cuba, 2010.
- JATIMLISNSKY, J. R. y D. O. JIMÉNEZ: Un método para estimar el área foliar en Cebadilla Criolla. En: XX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, pp. 142-145. S. C. de Bariloche, Argentina, 1993.
- LEÓN, M.; R. CUN y M. LEÓN: "Manejo de riego en la producción intensiva de tomate en organopónico", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 12(2): 43-48, 2003.
- LÓPEZ, T.; F. GONZÁLES y 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 de Evento AGRING "2006"**, La Habana, 2006.
- MERRIAN, J. y J. KELLER: *Far irrigation sytem evaluation: a guide for management*, Ed. Utah State University, Third Edition ed, Logan Utah USA, 1978.
- MOYA, C.; M. ÁLVAREZ; D. PLANA; M. FLORIDO; F. DUEÑAS; J. ARZRIGA, et al.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.

PÉREZ, N.: *Manejo Ecológico de Plagas*, Ed. CEDAR-UNAH, Habana, 2004.

PÉREZ, N. y L. VÁSQUEZ: *Manejo Ecológico de Plagas*, 1995.

PIZARRO, F.: *Riego Localizado de Alta Frecuencia*, Ed. Mundi Prensa, Madrid, España, 1997.

RODRÍGUEZ, E. y I. SANDOVAL: "Efectividad de diferentes productos químicos y del Biopreparado de *Trichoderma harzianum* (Rifai) contra enfermedades Fúngicas del tomate de Hidropónico", *Fitosanidad*, 2 (1-2): 51-55, 1998.

ROSSET, P. y M. BENJAMÍN: *The greening of the revolution: Cuba's experiment with organic agriculture*, Ed. Ocean Press, Melbourne, Australia, 1994.

SHOTTO, D. J.: *Hidroponía. Cultura sem terra*, 1987.

STEFANOVA, M. y L. VÁSQUEZ: "Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana", *Productos a base de los hongos *Trichoderma harzianum* cepas (A34 y A53) y *Trichoderma viride* cepa (TS 3) contra patógenos del suelo y nemátodos.*, pp 249-265, 2011.

TOWNSEND, G. R. y J. W. HEUBERGUER: *Methods for stemating losses caused by diseases with fungicides experiments. Plant Dis*, 340-345pp., (Report), 1944.

VALDÉS, S.: *Cultivo del tomate. En cultivo de Hortalizas en trópico y sub-trópicos*, Ed. Corropiexes, República Dominicana, 1991.

VÁSQUEZ, M. L.: *Manejo integrado de plagas. Preguntas y respuestas para técnicos y agricultores*, 272-291pp., 2008.

Recibido: 19 de octubre de 2011 / **Aprobado:** 22 de diciembre de 2012

Juliet Mesa Bocourt, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAGRIC), Carretera de Fontanar, km. 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléf.: (53) (7) 645-1731 y 645-1353, Correo electrónico: yuliet@iagric.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor



CONVOCATORIA

El Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAGRIC) del Ministerio de la Agricultura le invita a integrar la **Red Cubana de Género y Agua**, a través de la cual se pretende promover el acceso equitativo y la gestión eficiente de agua segura y adecuada de hombres y mujeres, para abastecimiento doméstico, saneamiento, seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental.

¿Quiénes Somos?; un equipo de trabajo integrado por ingenieros, técnicos, especialistas y productores que de forma conjunta con todas y todos tiene como objetivo general: *Contribuir a la integración efectiva del enfoque de género en los la actividad agropecuaria vinculada directamente al agua en el país, a través de la formación de personas que trabajan vinculados a esta temática y que puedan ejercer un efecto multiplicador en sus ámbitos de acción.*

Objetivos Específicos:

1. Constituir en una comunidad de aprendizaje para:
 - Promover prácticas en género y la aplicación del enfoque de género a diferentes niveles;
 - Diseminar, problematizar y difundir el conocimiento;
 - Fomentar la enseñanza, aprendizaje, investigación y la cultura sobre el tema;
 - Proporcionar una fuente de experiencia y conocimientos para los profesionales especializados en la materia;
 - Facilitar y desarrollar el intercambio de información entre sus miembros.
2. Elaborar un Programa de Capacitación de la Red, que integre los conocimientos analíticos y prácticos a través de una propuesta pedagógica diferente. Se dirige a un grupo meta que hasta la actualidad no ha sido suficientemente integrada en los estudios de género.
3. Identificar proyectos a nivel nacional en que se aprecien sistemas integrados de la gestión del agua y equidad de género;
4. Integrar a la Red de las experiencias exitosas previamente identificadas a nivel nacional en la gestión integrada del agua y la equidad de género y todas aquellas que vayan surgiendo;
5. Recopilar información y bibliografía (nacional e internacional) sobre el tema Género para intercambiar con los miembros de la Red e incrementar el fondo documental de la Biblioteca Digital de la Red.

Si está usted interesada en formar parte de la Red envíe un mensaje con el asunto a la siguiente dirección electrónica: reddegncroyagua@iird.cu