

# EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA PRODUCCIÓN Y COMBATE DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE CHAYOTE (*SECHIMUM EDULE*).

Daniela Rodríguez García<sup>1\*</sup>, Marena Chavarría Vega\*

## Introducción

El chayote (*Sechim edule*) es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. Se consumen los frutos, puntas de quías, hojas y raíces tuberosas. Es un cultivo perenne, de crecimiento rastroso o trepador.

El chayote costarricense se exporta principalmente a los Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Holanda, Francia, Alemania, varios países del Caribe e incluso en Centroamérica, especialmente a Nicaragua debido a que en nuestro país existe la ventaja del clima, que permite producir y exportar el producto durante los doce meses del año. Desde hace más de veinticinco años, Costa Rica es el principal proveedor de chayote de Estados Unidos, seguido por México que se ha convertido en nuestro principal competidor, ya que en 1997 sus exportaciones crecieron un 16.49% respecto a las exportaciones de 1996, mientras que Costa Rica bajó en un 3.19% en el mismo período, debido en muchos casos a problemas de enfermedades (Marín 1997).

El objetivo del ensayo fue la evaluación de microorganismos benéficos, en la producción y combate de enfermedades en el cultivo de chayote (*Sechium edule*).

## Metodología

El ensayo se llevó a cabo entre mayo y agosto del 2012, en la finca La Irola (2.6 ha) de la empresa Chayotropic S.A., ubicada en el cantón de Paraíso de Cartago, distrito Cachí. La zona de vida es bosque húmedo premontano, con una biotemperatura entre 18-24 °C y una Precipitación de 2000-4000 mm (Atlas Digital ITCR 2008). Los tratamientos se escogieron 15 plantas al azar para cada uno: (1) Testigo (manejo convencional), (2) *Trichoderma harzianum* y *T. viride*, (3) Producto Fertibiol (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y *Pseudomonas cepacia*) y (4) Mezcla de los tratamientos 2 y 3. Las aplicaciones de los biocontroladores se realizaron cada 15 días desde la siembra de las plantas, donde se diluyó 800 ml de cada producto en 19.2 L de agua, para aplicar 2L por planta. Además, se realizaron análisis de suelo al inicio y al final del ensayo. Las siguientes variables se evaluaron durante cuatro semanas: (1) Producción total obtenida en un mes, en la finca tratada con biocontroladores y una con manejo convencional; (2) Producción por tratamiento, para esto se contarán todos los frutos producidos por cada cepa, que consta de dos plantas en un área de 3X4 m<sup>2</sup> y (3) Severidad e incidencia de enfermedades, para lo cual se utilizaron escalas.

El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (Anova) y prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ) con el programa estadístico Infostat versión 6.12, bajo un diseño experimental completamente al azar.

## Resultados y Discusión

La producción de chayote en nuestro país es de suma importancia, ya que, según la Cámara de Productores y Exportadores de Chayote, del Valle de Ujarrás (Cartago) salen 20 contenedores por semana lo que genera \$11 millones por año, siendo así que el 80 % de la producción se exporta principalmente a los Estados Unidos de América, otros destinos importantes son Canadá, Holanda, Reino Unido, Francia, Italia, Puerto Rico, Nicaragua, Honduras, etc; el 20 % restante se destina al mercado interno (Madriz 2010).

La figura 1, muestra que sí existieron diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) entre todos los tratamientos, obteniéndose una mayor producción con el tratamiento 4, en donde se produjeron 6,5 cajas por planta, con lo cual se puede comprobar que los mejores resultados se deben a la aplicación de mezclas de microorganismos, como en éste caso donde se utilizó Fertibiol con *Trichoderma harzianum* y *T. viride*. De la misma forma, los tratamientos 2 y 3 se mostró un aumento en la cantidad de cajas por planta con un promedio de 4,3 y 5,7 promedio respectivamente, durante cuatro semanas consecutivas de evaluación. Por lo tanto, el aumentar la capacidad productiva de una planta de chayote nos permitiría elevar nuestra producción y mejor aún, si tomamos en cuenta la calidad de los frutos que se producen.

Además, al cuantificar la cantidad de cajas producidas en general por la Finca la Irola a lo largo de cuatro semanas se observó un aumento en la producción de hasta un 35% más en el tratamiento 4 en comparación con los demás tratamientos, con una diferencia significativa  $P < 0.0001$ , pero principalmente en relación con la Finca El Chile, la cual, tiene un manejo convencional. En cuanto a los demás tratamientos la producción aumentó en un 14% para el testigo y un 18.6% para el tratamiento 2 y 3.

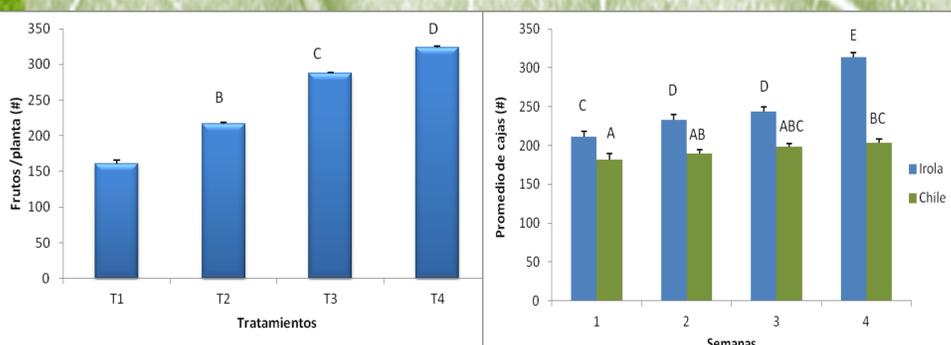


Figura 1. Promedio de frutos por planta en cuatro semanas para cada uno de los tratamientos aplicados. Barras verticales son el error estándar. Las letras son la prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ).

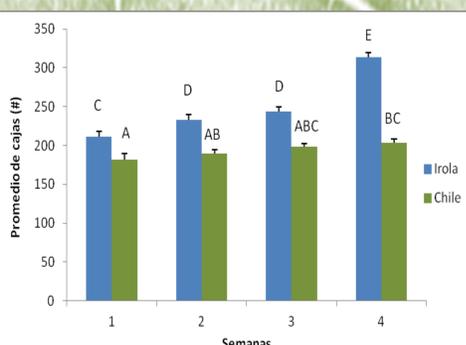


Figura 2. Promedio de cajas por finca tratada con biocontroladores y finca con manejo convencional por día en cuatro semanas. Barras verticales son el error estándar. Las letras son la prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ).

Según, los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos aplicados de microorganismos biocontroladores en el cultivo de chayote (Figura 2), se logró la disminución de la presencia de patógenos como *Fusarium* sp. con diferencias significativas entre tratamientos de  $P = 0.0003$ , mostrando un menor grado de severidad el tratamiento 4 de 0,4 con una incidencia de 6.67%, mientras que, el testigo presentó 2, 1 de severidad y una incidencia de 50%. Y los tratamientos 2 y 3 obtuvieron un grado de severidad de 0.7 y 0.8 con incidencias de 6.67% y 20% respectivamente.

Por otra parte, en cuanto a lo que fueron enfermedades foliares como *Ascochyta phaseolorum* y *Venturia cucumerina*, según la figura 3, se muestra el efecto de los biocontroladores encontrándose diferencias significativas de  $P < 0.0001$  para los tratamientos aplicados. Al realizar la comparación se puede observar que el tratamiento testigo para ambos patógenos obtuvo grados de severidad de 8,3 y 8,6 respectivamente con incidencias de un 90% para los dos, no obstante, con el tratamiento 4 que fue la mezcla de hongos con bacterias antagonistas estos grados de severidad disminuyeron notablemente a 0,3 y 0 con incidencias de 10% y 0% respectivamente.

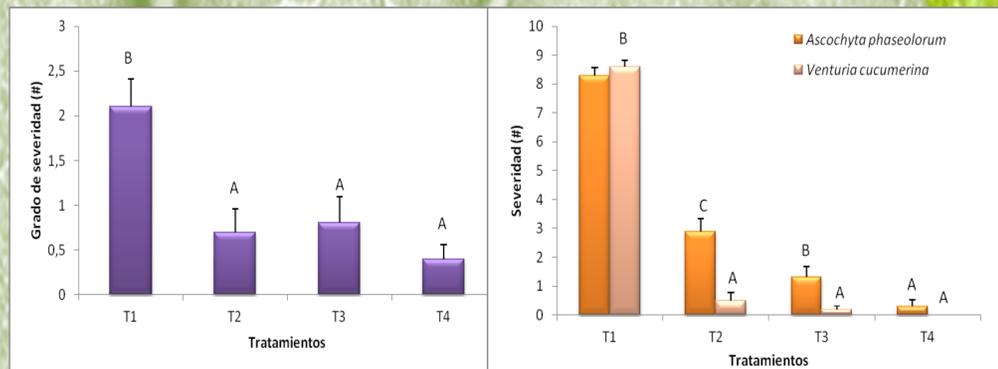


Figura 3. Promedio del grado de severidad de dos enfermedades que afectan las plantas de chayote muestreadas de cada uno de los tratamientos aplicados. Barras verticales son el error estándar. Las letras son la prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ).

Además, el biocontrol de fitopatógenos de suelo con especies de *Trichoderma* ha sido objeto de estudio desde 1930 debido a la gran diversidad de especies y cepas que han sido utilizadas con este propósito, ya sea directamente al suelo o en el tratamiento de las semillas (Pérez *et al.* 2009). Los resultados muestran que *T. harzianum* induce la producción de enzimas líticas (1-3 B-glucanasa y quitinasa) en las células de las paredes de los patógenos *R. solani*, *P. aphanidermatum* y *Fusarium oxysporum* (Sivan y Chet 1989). Las especies de *Trichoderma* son capaces de combatir ascomicetes, basidiomicetes y oomicetes (Monte 2001; Benítez *et al.* 2004), y recientemente, también se ha reportado su efecto sobre nematodos (Dababat *et al.* 2006; Kyalo *et al.* 2007; Goswami *et al.* 2008).

Con respecto a *B. subtilis*, se ha estudiado la liberación de compuestos con propiedades antifúngicas como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las Iturinas. Estas últimas son polipéptidos que actúan sobre la pared celular de los hongos. Además, se han observado la vacuolización y deformación de las hifas de *R. solani* y *P. ultimum* provocadas por la formación de un compuesto volátil con propiedades fungicidas (Fernández-Larrea 2001).

En conclusión, es posible disminuir la cantidad de agroquímicos que se emplean en la producción de chayotes e iniciar con nuevas alternativas amigables con el ambiente y con la salud humana como lo son los microorganismos de control biológico que, además, de combatir las enfermedades nos permiten tener un mayor rendimiento en la producción debido al buen estado de las plantas y del suelo.

## Bibliografía

- Benítez T., Rincón A. M., Limón M. C., Codon A. C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int Microbiol* 7: 249-260.
- Dababat A., Sikora R., Hauschild R. 2006. Use of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* for the biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 71:953-961.
- Fernández-Larrea O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Manejo Integrado de plagas (Costa Rica)*. 62: 96-100.
- Kyalo G., Affokpon A., Coosemans J., Coyne D. 2007. Biological control effects of *Pochonia chlamydosporia* and *Trichoderma* isolates from Benin (West-Africa) on root-knot nematodes. *Commun Agric Appl Biol Sci* 72:219-223.
- Marín F. 1997. Calidad de Chayote para exportación. Resultados de simulaciones de transporte. Costa Rica. 20p.
- Monte E. 2001. Understanding *Trichoderma*: between agricultural biotechnology and microbial ecology. *Int Microbiol* 4: 1-4.
- Goswami J., Pandey R., Tewari J., Goswami B. 2008. Management of root knot nematode on tomato through application of fungal antagonists, *Acremonium strictum* and *Trichoderma harzianum*. *J Environ Sci Health B* 43:237-240.

\*Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, Laboratorio de Microbiología Agrícola, Costa Rica.

<sup>1</sup> Autor para correspondencia. Correo electrónico: daniela.rodriguez@ucr.ac.cr