



Agronomía Costarricense

ISSN: 0377-9424

Universidad de Costa Rica. Colegio de Ingenieros y Agrónomos. Ministerio de Agricultura y Ganadería

Alvarado-Aguayo, Allan; Pilaloe-David, Wilmer; Torres-Sánchez, Sinthya; Torres-Sánchez, Kevin
Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino
Agronomía Costarricense, vol. 43, núm. 1, 2019, Enero-Junio, pp. 101-111
Universidad de Costa Rica. Colegio de Ingenieros y Agrónomos. Ministerio de Agricultura y Ganadería

DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35672>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43659698007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UNAM  redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Nota técnica

EFFECTO DE *Trichoderma harzianum* EN EL CONTROL DE MILDIU (*Pseudoperonospora cubensis*) EN PEPINO

Allan Alvarado-Aguayo^{1/*}, Wilmer Pilalao-David*, Sinthya Torres-Sánchez^{**},
Kevin Torres-Sánchez^{***}

Palabras clave: Antagonismo; control biológico; enfermedades fungosas; hifa; micelio; mildiu.

Keywords: Antagonistic; biological control; fungal diseases; hypha; mycelium; mildew.

Recibido: 22/03/18

Aceptado: 08/06/18

RESUMEN

La investigación consistió en medir el efecto de *Trichoderma harzianum* en el control del mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) del pepino (*Cucumis sativus* L.). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones en el sector Vainillo del cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Ecuador. Las variables analizadas fueron: el porcentaje de infección de mildiu, eficacia de los tratamientos, longitud del fruto (cm), diámetro de fruto (cm), frutos por planta, rendimiento (kg por planta) y análisis económico. Realizado el ensayo se pudo constatar la presencia de la enfermedad del mildiu, obteniendo el mayor porcentaje de eficacia (84,4%) en el control con el tratamiento de Benomyl 50 WP,- 400 g.ha⁻¹ y el tratamiento de Tricho D.- 500 g.ha⁻¹ con una eficacia de 84,24%. Mediante la relación beneficio-coste (RBC) obtuvieron los mejores resultados el tratamiento de Benomyl 50 WP,- 400 g.ha⁻¹ con una RBC de 1,53 y el tratamiento de Tricho D.- 500 g.ha⁻¹ con una RBC 1,50. Se recomienda aplicar *T. harzianum* en dosis de 500 g.ha⁻¹ para el control del mildiu en el cultivo de pepino.

ABSTRACT

***Trichoderma harzianum* effect on mildew control (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber crops.** This research measured the effect of *Trichoderma harzianum* on mildew control (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber crops (*Cucumis sativus* L.). A random complete block design (RCBD) relied on 5 treatments and 4 repetitions was carried out in Vainillo of El Triunfo city, Guayas province, Ecuador. The variables analyzed were: infection of mildew percentage, treatment efficiency, fruit length (cm), fruit diameter (cm), fruit per plant ratio, yield (kg per plant) and economic analysis. Once the test was carried out, the presence of mildew disease was verified, obtaining the highest percentage of efficacy (84.4%) in the control of treatments with Benomyl 50 WP, - 400 g.ha⁻¹ and treatment with Tricho D - 500 g.ha⁻¹ with 84.24% of efficacy. The best benefit cost ratio was the treatment with Benomyl 50 WP, - 400 g.ha⁻¹ with 1.53 and treatment Tricho D.- 500 g.ha⁻¹ with 1.50. It is recommended for the control of mildew in cucumber crops should apply *T. harzianum* in doses of 500 g.ha⁻¹.

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: aalvarado@uagraria.edu.ec

* Universidad Agraria del Ecuador. Programa Regional de Enseñanza El Triunfo. Guayas, Ecuador.

** Universidad Agraria del Ecuador. Ciudad Universitaria Milagro. Guayas, Ecuador.

*** Instituto Agro Ganadero La Troncal. Cañar, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L., familia Cucurbitaceae) es una planta herbácea anual rastrera nativa de Asia y África, utilizada para la alimentación humana desde hace unos 3000 años (Zoppo *et al.* 2008). En Ecuador los principales mercados de destino para el pepino son Colombia, Estados Unidos, Japón, Holanda, Puerto Rico, Reino Unido, Bahamas y Bélgica (Tenemaza y Sabando 2015).

El cultivo es afectado por diversas enfermedades fungosas, las cuales se presentan cuando las condiciones ambientales son propicias para su desarrollo, sobre todo en cambios del estado vegetativo a floración. Los hongos más comunes son *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Oidium*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Pseudoperonospora* (Arias 2007).

Para el manejo de las enfermedades fungosas se debe planificar un programa que integre todas las posibilidades de control orientadas a inhibir el desarrollo de los patógenos y dar un uso racional a los productos fitosanitarios. Ello minimiza el impacto ambiental y económico, además, de obtener productos inocuos en la cosecha (FAO 2011).

El mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) es una de las enfermedades foliares más importantes del pepino en Ecuador, pues su desarrollo es favorecido por las condiciones propicias de humedad que se mantienen durante periodos prolongados (Basantes 2015). Pertenece a la clase Oomycetes, orden Peronosporales, familia Peronosporaceae, que se caracteriza por su facilidad para sobrevivir en plantas silvestres de la familia cucurbitácea (Ruiz *et al.* 2008). El rocío de la noche favorece el desarrollo del mildiu y durante el día cuando aumenta la temperatura, seca las hojas y favorece que las esporas sean transportadas por el viento, los trabajadores y las herramientas (Alonzo 2015).

Los primeros síntomas inician en el haz de las hojas en forma de manchas amarillentas con formas irregulares. En condiciones de alta humedad y en correspondencia con las manchas del haz, aparecen estructuras de color grisáceo-oscuro en el envés, las cuales corresponden

a fructificaciones del patógeno, esporangios y esporangioforos (Zitter y McGrath 2005).

El manejo de *P. cubensis* consiste en utilizar variedades resistentes, permitir la circulación de aire entre plantas, aplicar fertilización adecuada y controlar poblaciones de arvenses (Schultz y French-Monar 2011). Una estrategia para reducir pérdidas de producción es la aplicación de fungicidas protectantes como clorotalonil, oxiclورو de cobre, zineb, mancozeb después de sembrar el cultivo, y fungicidas curativos y antiesporulantes (tebuconazole, iprovalicarb) al observar los primeros síntomas de la enfermedad (Roa 2015).

En la actualidad se han utilizado diversos extractos vegetales para controles fitosanitarios como alternativa a los agroquímicos. Por ejemplo las saponinas, glucósidos oleosos, han sido evaluadas para combate del mildiu en cucurbitáceas con buenos resultados en el control. Otros agentes biológicos han sido ampliamente investigados, por ejemplo el hongo micoparasítico *Ampelomyces quisqualis* y por su capacidad para tolerar algunos fungicidas químicos, se han realizado aplicaciones combinadas con buenos resultados (González *et al.* 2010).

Los fungicidas, tanto sistémicos como protectores, presentan mayores posibilidades de crear resistencias por parte de los hongos, debido a sus mecanismos de acción muy específicos, además, de dificultar la comercialización de la producción, ya que hay un tiempo de carencia que debe cumplirse entre la última aplicación y venta para consumo (Yañez *et al.* 2012).

Trichoderma (clase Sordariomycetes, orden Hypocreales, familia Hypocreaceae) es un hongo de gran importancia, a nivel agrícola, como agente de control biológico frente a fitopatógenos de importancia económica (Tovar 2008). Posee cualidades antagónicas contra hongos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Oidium* y *Fusarium*, entre otros. *Trichoderma* actúa como hiperparásito competitivo que produce metabolitos anti fúngicos (Ezziyyani *et al.* 2004). Sus principales mecanismos la antibiosis, micoparasitismo, competencia por nutrientes y espacio (Guigón y Muñoz 2013), contiene metabolitos que inducen mecanismos de

resistencia en las plantas (Tovar 2008), y produce toxinas y antibióticos (Romero *et al.* 2009). En Ecuador se ha estudiado *Trichoderma harzianum* sobre hongos en pepino, en condiciones de laboratorio e invernadero, en los que se observaron efectos positivos sobre la severidad de microorganismos patógenos (Vivas y Molina 2011).

Hoy día es prioritaria una agricultura limpia, sin contaminantes y generadora de productos inocuos que contribuyan a la seguridad alimentaria. El uso de *Trichoderma* como antagonista de hongos es una alternativa al uso de fungicidas, por lo que es preciso establecer las dosis de mayor eficacia en el control de mildiu para cucurbitáceas. El presente trabajo tiene como objetivo identificar el efecto favorable, desfavorable o nulo de la utilización de 3 dosis de *Trichoderma* para control de mildiu, y verificar las potencialidades de este hongo con medición de variables que cuantifiquen el rendimiento del cultivo de pepino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el sector El Vainillo (cantón El Triunfo, Guayas, Ecuador), en las coordenadas UTM: Norte 9742000 / 9760400 y Este: 666800 / 694630 (IGM 2010). Se evaluaron 5 tratamientos y 4 repeticiones, que resultan de 3 distintas dosis de *Trichoderma* (producto comercial Tricho-D) más 2 testigos, uno comercial y otro absoluto, sobre el cultivo de pepino, variedad Diamante F1. Se aplicaron 3 dosis de Tricho-D y al testigo comercial Benomilo (Benomyl 50 WP), a los 8 días después de la siembra, una segunda aplicación a los 30 días y la tercera aplicación los 50 días (Cuadro 1) en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 20 parcelas experimentales en un área de 720 m², con un distanciamiento de siembra de 0,8 m entre hileras y 0,5 m entre plantas.

Cuadro 1. Dosificaciones de los tratamientos para el control de mildiu en pepino.

Tratamiento	Descripción	Dosis.ha ⁻¹	Días a la aplicación*
1	Tricho D (<i>Trichoderma harzianum</i>)	300 g.ha ⁻¹	8, 30 y 50 dds
2	Tricho D (<i>Trichoderma harzianum</i>)	400 g.ha ⁻¹	8, 30 y 50 dds
3	Tricho D (<i>Trichoderma harzianum</i>)	500 g.ha ⁻¹	8, 30 y 50 dds
4	Benomyl 50 WP, fungicida sistémico	0,4 kg.ha ⁻¹	8, 30 y 50 dds
5	Testigo absoluto sin aplicación	--	No se aplica

*dds=días después de la siembra.

La valoración estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza, al comparar las medias de tratamientos con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Montgomery 2000). El esquema de análisis de la varianza se explica en el Cuadro 2, en donde se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, obteniéndose la cantidad de 12 parcelas de control donde fueron comparadas con el testigo las medias en las diversas situaciones con el fin de determinar el error experimental.

Cuadro 2. Análisis de varianza.

Fuente de variación	GL
Repeticiones	3
Tratamientos	4
EE	12
Total	19

Se procedió a la medición de 2 variables de crecimiento en el fruto, longitud y diámetro, expresados en cm. Para ello se utilizó una cinta métrica y un calibrador pie de rey.

Para determinar la severidad del ataque de mildiu se utilizó la escala para enfermedades foliares en cucurbitáceas, de 6 grados (Mohammed *et al.* 2004), modificada y detallada a continuación (Hernández *et al.* 2007); Figura 1:

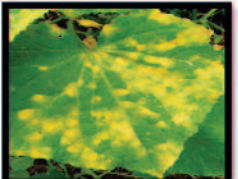
0 = No hay presencia de síntomas		Resistente
1 = 10% de afectación		Resistente
3 = 25% de afectación		Susceptible
5 = 50% de afectación		Susceptible
7 = 70% de afectación		Susceptibles
9 = 100% de afectación		Altamente susceptibles

Fig. 1. Escala para medir severidad de las enfermedades foliares en cucurbitáceas. Hernández *et al.* (2007), modificada por los autores.

- 0 = no hay presencia de síntomas
 1 = 10% de afectación
 3 = 25% de afectación
 5 = 50% de afectación
 7 = 70% de afectación
 9 = 100% de afectación

Donde de 0 - 1 resistentes, 3 a 7 susceptibles y 9 altamente susceptibles.

La valoración del daño de la enfermedad se realizó mediante una observación visual comparativa entre la escala y las hojas tomadas de 10 plantas del área útil de la parcela experimental de cada tratamiento. Se expresó numéricamente y se obtuvo un promedio del índice de infección para cada tratamiento.

Para medir la eficacia de los tratamientos se utilizó la siguiente fórmula, para obtener un valor porcentual para cada tratamiento, con base en la escala de Abbott (Ehab 2013).

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left(1 - \frac{Td}{Cd}\right) * 100$$

Td = Infestación en parcela tratada después del tratamiento.

Cd = Infestación en parcela testigo después del tratamiento.

Para efectuar el análisis económico de los tratamientos, se utilizó la relación beneficio/costo (Pérez *et al.* 2009).

$$RBC = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}} - 1$$

En donde, se determinaron los valores de ingresos netos con base en la productividad del cultivo y comparándolos con los egresos netos del proyecto, relacionados con el mantenimiento del pepino. En todos los casos, se espera que el resultado sea mayor que 1, significando que los ingresos son superiores a los egresos. Esta relación fue considerada para todos los tratamientos con sus repeticiones, ya que si un tratamiento resulta exitoso en el control del mildiu con mayor beneficio-costo, ello con seguridad traerá consigo un impacto positivo, optimizando el uso de *Trichoderma* y reduciendo las aplicaciones de fungicidas químicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se observan los promedios de la longitud de los frutos de pepino e identificación de los tratamientos, los cuales presentan efectos estadísticamente iguales. Con base en ello, no es necesaria la aplicación de la prueba de Tukey, sin embargo, la mayor longitud promedio la obtuvo el tratamiento 3.

Cuadro 3. Longitud del fruto en cm para un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	25,5a
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	25,3a
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	25,8a
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	25,6a
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	24,9a
CV**		2,9

*Longitud en centímetros de 20 frutos por tratamiento en plantas del área útil.

**Coeficiente de variación.

Estudios sobre *T. Harzianum*, para control de enfermedades en otras especies hortícolas, indican que el diámetro y longitud de los frutos aumenta con el uso de este hongo benéfico (Rojas 2014); incluso se ven beneficios en altura de planta (Galero *et al.* 2002). Este comportamiento de la producción se debe a que *T. harzianum* contribuye a elevar el potencial genético del cultivo hospedero, lo que le permite obtener una mejor calidad de cosecha, pues estimula el crecimiento de raíces beneficiando a la planta inoculada; otra especie con el mismo

efecto es *T. viride* (Andrade 2012); estudios realizados en banano confirman que la especie *T. asperellum* preserva la salud de los sistemas radiculares (Vargas *et al.* 2015).

Los promedios del diámetro de los frutos de pepino e identificación del tratamiento con mejor promedio se presentan en el Cuadro 4. En este caso, los tratamientos presentan efectos estadísticamente diferentes, por lo que fue necesaria la aplicación de la prueba de Tukey y se identificó que el mayor diámetro promedio lo obtuvo el tratamiento 3.

Cuadro 4. Diámetro del fruto en cm para un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	5,1ab
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	5,2ab
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	5,3a
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	5,3a
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	5,1b
CV**		1,7

*Diámetro en centímetros de 20 frutos por tratamiento en plantas del área útil.

**Coeficiente de variación.

Hay un efecto benéfico que propician las cepas de *Trichoderma* en la asimilación de nutrientes a la planta (Mishra *et al.* 2014), esto se refleja en el aumento del área foliar, lo cual contribuye a un mayor tamaño de frutos (Harman *et al.* 1996). No obstante, ciertos indicadores de cosecha, tales como el color o el diámetro ecuatorial son menos susceptibles de modificarse en

casos de inoculación con *T. harzianum* (Merchán *et al.* 2014).

En el Cuadro 5 se registra la cantidad promedio de frutos de pepino por planta e identificación del tratamiento con mejor promedio. Los tratamientos presentan efectos estadísticamente diferentes, por lo que fue necesaria la prueba de Tukey y se determinó que el mayor promedio en frutos por plantas lo presentó el tratamiento 3.

Cuadro 5. Frutos por planta en un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	13,9c
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	15,6b
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	17,2a
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	16,9ab
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	11,8d
CV		4,3

*La cantidad de frutos por planta fue registrada durante toda la cosecha, terminado el ciclo de cultivo se promediaron todos los frutos comerciables para cada tratamiento.

Los promedios del rendimiento expresados en kg.planta⁻¹ e identificación del tratamiento con mejor promedio se registran en el Cuadro 6. Como los tratamientos presentan

diferencias estadísticamente, fue necesaria la prueba de Tukey y se logró determinar que el mayor rendimiento promedio lo obtuvo el tratamiento 3.

Cuadro 6. Rendimiento en kg.planta⁻¹ en un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	5,8b
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	6,3b
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	7,2a
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	7,1a
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	4,2c
CV		4,9

*Efectuada la cosecha total del ciclo del cultivo, se pesaron los frutos de cada tratamiento con un promedio por planta expresado en kg de todos los frutos aprovechables, libre de daños causados por enfermedades y con un tamaño de nivel comercial.

Estudios sobre rendimiento promedio del cultivo de pepino en la provincia de Los Ríos, al emplear un sistema convencional con aplicación de agroquímicos en el híbrido Diamante F1, han demostrado que puede alcanzar los 15 920 kg.ha⁻¹ (Yaguache 2014). Sin embargo, en el presente trabajo, el tratamiento 3 (500 g de Tricho D.ha⁻¹) superó este rendimiento, ya que alcanzó los 16 344 kg.ha⁻¹, seguido del tratamiento 4 (Benomil) con

un rendimiento de 16 153 kg.ha⁻¹ y probablemente se deba al efecto del potencial genético del híbrido más la acción de *Trichoderma* (Andrade 2012).

El Cuadro 7 registra los promedios del porcentaje de infección por mildiu a los 60 días e identificación del tratamiento con menor promedio. Los tratamientos con la prueba de Tukey dieron menores promedios porcentuales de infección de mildiu en los tratamientos 3 y 4.

Cuadro 7. Índice de infección a los 60 días para un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	3,0b
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	2,9b
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	1,6c
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	1,1c
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	7,1a
CV		13,8

*Promedios del índice de infección de mildiu evaluado a los 60 días después de la siembra, con base en la escala de Mohamed *et al.* (2004).

Los promedios de la eficacia de los tratamientos para mildiu a los 60 días e identificación del tratamiento con mejor promedio son

registrados en el Cuadro 8, que muestra que el mayor promedio en eficacia, de los tratamientos a los 60 días, lo obtuvo el tratamiento 4.

Cuadro 8. Eficacia de los tratamientos a los 60 días para un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino.

Tratamientos	Descripción	Promedio*
1	Tricho D → (300 g.ha ⁻¹)	56,8b
2	Tricho D → (400 g.ha ⁻¹)	58,4b
3	Tricho D → (500 g.ha ⁻¹)	84,2a
4	Benomyl 50 WP → (400 g.ha ⁻¹)	84,4a
5	Testigo absoluto (sin aplicación)	0,00c
CV		2,4

*Promedios del porcentaje de eficacia de los tratamientos a 7 días después de la aplicación, con base en la escala de Abbott (2013).

Se ha estudiado *Trichoderma* sp. en el control de hongos para conocer su modo de acción antagónica (Vivas y Molina 2011). *Trichoderma* toma los nutrientes de los hongos y aprovecha la humedad para germinar, y como su velocidad de crecimiento es alta, inhiben con facilidad el desarrollo del micelio del hongo patógeno; de esta manera, es capaz de establecerse y controlar enfermedades (Torres 2014). Ante lo expresado, los autores concuerdan, puesto que en los tratamientos donde se

usó *Trichoderma*, la enfermedad del mildiu fue controlada. La dosis de *T. harzianum* que logró un mejor resultado fue la del tratamiento 3 (500 g.ha⁻¹) con 84,24% de eficacia, superada levemente por el tratamiento 4 (Benomyl 50 WP,- 400 g.ha⁻¹) con 84,4%. Al reducirse el porcentaje de infección de la enfermedad con la aplicación de *Trichoderma*, se acepta la hipótesis planteada.

En el control de enfermedades foliares con otras cepas de *Trichoderma* en cucurbitáceas,

como referente el cultivo de melón, los mejores rendimientos se obtuvieron con *T. asperellum* en dosis de 25×10^6 conidios.ml⁻¹ (Torres 2014), mientras que con *T. harzianum* los mejores rendimientos se dieron en dosis de 20×10^6 conidios por mililitro para el control de mildiu en cucurbitáceas, tomando como referente el cultivo de sandía (Morán 2014).

En el Cuadro 9 se observan distintos indicadores de rendimiento obtenido en el ensayo. Cabe indicar que el cultivo fue manejado de la misma forma en todos los tratamientos (riego, fertilización, tutorado, control de malezas, manejo de insectos plaga), con énfasis en las

aplicaciones de *Trichoderma* y el testigo químico con benomilo, las mismas que se realizaron en 3 ocasiones: 8 días, 30 días y 50 días después de la siembra, mientras que a los 60 días se evaluaron los resultados de efectividad en el control de mildiu. La floración dio inicio entre 30 y 36 días después de la siembra, iniciándose la fructificación entre 45 y 50 días después de la siembra y comprendida la cosecha entre los 75 y 90 días del cultivo. Una vez cosechada toda la producción, se le restó el 10% del peso en kilogramos, para asumir que los rendimientos experimentales son superiores a los rendimientos comerciales.

Cuadro 9. Análisis económico mediante la relación beneficio - costo en un ensayo sobre el efecto de *Trichoderma* en el control de mildiu en pepino, ajustado a 1 ha.

Componentes	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Inicio de floración (días)	30	30	32	31	36
Formación de frutos (días)	47	46	48	45	50
Periodo de cosecha (días)	77 - 89	75 - 88	74 - 88	75 - 90	76 - 82
Costos variables (de los tratamientos)*	50	60	70	25	0
Costo de producción sin tratamientos*	1893,15	1893,15	1893,15	1893,15	1893,15
Costo total*	1943,15	1953,15	1963,15	1918,15	1893,15
Rendimiento total (kg. ha ⁻¹)	14533,27	15856,01	18159,97	17948,24	10576,94
Rendimiento medio (kg. ha ⁻¹)	13079,95	14270,41	16343,97	16153,42	9519,24
Beneficio total*	3923,98	4281,12	4903,19	4846,02	2855,77
Beneficio neto*	1980,83	2327,97	2940,04	2927,87	962,62
Relación Beneficio/Costo**	1,02	1,19	1,50	1,53	0,51

*Moneda de referencia (USD).

**Análisis económico mediante la relación beneficio – costo; se utiliza como unidad monetaria los dólares estadounidenses.

Se obtuvo que el tratamiento 4 (Benomyl 50 WP, 400 g.ha⁻¹) logró una mayor RBC de 1,53, lo que indica que por cada dólar de inversión se obtiene 1,53 dólares de utilidad, en segundo lugar está el tratamiento 3 (Tricho D, 500 g.ha⁻¹) con una RBC de 1,50. En tercer lugar, se encuentra

el tratamiento 2 (Tricho D, 400 g.ha⁻¹) con una RBC de 1,19 y en cuarto lugar está el tratamiento 1 (Tricho D, 300 g.ha⁻¹) con una RBC de 1,02. En último lugar se encuentra el testigo con una RBC de 0,51.

CONCLUSIONES

El empleo de *Trichoderma harzianum*, para el control de mildiu en cultivo de pepino, se da en una eficacia del 84,24% al utilizar una dosis de 500 g.ha⁻¹ de un fungicida hecho a base de este hongo (Tricho D). Esta dosis prácticamente iguala la eficacia de la dosis comercial de Benomyl 50 WP (400 g.ha⁻¹), la cual llega a 84,4%.

La mejor relación beneficio con el uso de *Trichoderma* para el control de mildiu, la obtuvo el tratamiento a base de Benomyl 50 WP (400 g.ha⁻¹) con un valor de 1,53 de utilidad por cada dólar invertido, seguido de *T. harzianum* (Tricho D, 500 g.ha⁻¹) con 1,50 de utilidad. Como se ve no es mayor la diferencia, ya que por cada dólar de inversión se reciben \$1,53 con el uso del fungicida, mientras que con el empleo del hongo la utilidad es \$1,50. Además de ello, el uso de un controlador natural, en lugar del químico, contribuye con la sostenibilidad de la producción.

Se recomienda el uso de *T. harzianum* para el control del mildiu en el cultivo de pepino. El momento idóneo para las aplicaciones es realizarlas al inicio de la época de floración.

LITERATURA CITADA

- Alonzo, M. 2015. Daños por mildiu lanoso en el cultivo de pepino (en línea). Pronec Promoção Econômica Decamponeses - Sofala. Moçambique, Provincia de Sofala: Biblioteca Agroecológica Fundesyram. Consultado 19 mar. 2018. Disponible en <http://www.fundesyrar.info/biblioteca.php?id=1684>
- Andrade, C. 2012. Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 95 p.
- Arias, S. 2007. Producción de pepino. La Lima, Cortés, Honduras, USAID-RED Proyecto de Diversificación Económica Rural. 24 p.
- Basantes, E. 2015. Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Latacunga, Ecuador, Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 137 p.
- Ehab, M. 2013. Control correction (en línea). Nady El-said st. Doki, Cairo Egypt. Abbot and Henderson-Tilton calculations Consultado 19 mar. 2018. Disponible en <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>
- Ezziyyani, M; Pérez, C; Sid, A; Requena, M; Candela, M. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Anales de Biología (26):35-45.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola. Roma, Italia. 112 p.
- Galero, M; Méndez, F; Urbaneja, A. 2002. Efecto de *T. harzianum* (cepa t-22) sobre cultivos hortícolas. Fundación Dialnet (251):628-632.
- González, N; Martínez, B; Infante, D. 2010. Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. Revista de Protección Vegetal (25):44-50.
- Guigón, C; Muñoz, L. 2013. Avances en el control biológico de la cenicilla del chile *Leveillula taurica* en Chihuahua, México. Salas, Chihuahua, México, Centro de Investigación en Recursos Naturales (CIRENA). 16 p.
- Harman, G; Latorre, B; Agosin, E; San Martín, R; Riegel, D; Nielsen, P; Tronsmo, AP. 1996. Biological and integrated control of *Botrytis* bunch rot of grape using *Trichoderma* spp. Biological Control (7):259-266.
- Hernández, Y; González, E; Marrero, A; Dueñas, M. 2007. Uso de escala para determinar escala de severidad de enfermedades fungosas en pepino. Temas de Ciencia y Tecnología. Universidad Tecnológica de la Mixteca 11(31):49-51.
- IGM (Instituto Geográfico Militar). 2010. Carta topográfica: El Triunfo (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 26 feb. 2018. Disponible en http://www.igm.gob.ec/work/files/cartabase/n/NV_B3.htm
- Merchán, J; Ferrucho, R; Álvarez, J. 2014. Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 8(1):44-56.
- Mishra, A; Kumari, M; Pandey, S; Chaudhry, V; Gupta, K; Nautiyal, C. 2014. Biocatalytic and antimicrobial activities of gold nanoparticles synthesized by *Trichoderma* sp. Bioresource Technology (166):235-242.
- Mohammed, E; Pérez, C; Sid, A; Requena, M; Candela, M. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Anales de Biología (26):35-45.
- Montgomery, D. 2000. Diseño y análisis de experimentos. México D.F.: Limusa Wiley. 686 p.
- Morán, F. 2014. Uso de extractos vegetales y *Trichoderma asperellum* para el manejo de patógenos foliares en el cultivo de sandía. Tesis Ing. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 54 p.

- Pérez, L; Ríos, C; Roman, D. 2009. Qué es Relación Beneficio Costo (R B/C) (en línea). México D.F. Agroproyectos S.C. Consultado 19 mar. 2018. Disponible en <http://www.agroproyectos.org/relacion-beneficio-costo/>
- Roa, J. 2015. Densidades de siembra y dosis de biol en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Esmeraldas. Tesis Ing. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 69 p.
- Rojas, N. 2014. Efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el fruto del tomate bajo microtúnel; El Tejar, Chimaltenango. Tesis Lic. Guatemala de La Asunción, Universidad Rafael Landívar. 59 p.
- Romero, O; Huerta, M; Damián, M; Domínguez, F; Arellano, D. 2009. Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. Revista Colombiana de Biotecnología 11(2):143-151.
- Ruiz, E; Tún, J; Pinzón, L; Valerio, G; Zavala, M. 2008. Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del mildiú vellosa (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. y Curt.) Rost. en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.). Revista Chapingo. Serie horticultura 14(1):79-84.
- Schultz, D; French-Monar, R. 2011. Mildiú polvoriento de las cucurbitáceas (en línea). Amarillo, Texas, EUA., de Project # SCFB-011-07. AgriLife Extension Texas AyM System. In partial fulfillment of TDA Specialty Crop Block Grant Program. Consultado 19 mar. 2018. Disponible en <http://agrilife.org/amarillo/files/2010/11/Mildi%C3%BA-polvoriento-de-las-cucurbitaceasRF.pdf>
- Tenemaza, Á; Sabando, F. 2015. Incidencia del riego por goteo en el cultivo de pepino. Tesis Ing. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 86 p.
- Torres, F. 2014. Uso de tecnologías limpias para el manejo de patógenos foliares en el cultivo de melón. Tesis Ing. Ecuador, Universidad de Guayaquil. 55 p.
- Tovar, J. 2008. Evaluación de la capacidad antagonista “in vivo” de aislamientos de *Trichoderma* spp. frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. Tesis de Grado. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 81 p.
- Vargas, R; Wang, A; Obregón, M; Araya, M. 2015. Efecto de *Trichoderma* spp; *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de nematicida en el pseudotallo en el combate de *Radopholus similis* y la producción de banano. Agronomía Costarricense 39(2):61-76.
- Vivas, L; Molina, M. 2011. Comportamiento de seis cepas de hongos antagonistas de *Alternaria solani* en condiciones controladas de inoculación. Investigación Tecnología e Innovación 3(3):14-20.
- Yañez, M; León, F; Godoy, T; Gastelum, R; López, M; Cruz, J; Cervantes, L. 2012. Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3(2):259-270.
- Yaguache, J. 2014. Estudio del comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus*); bajo un programa de corte en estado de pepinillos para exportación, en la zona de Babahoyo. Tesis Ing. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 53 p.
- Zitter, T; McGrath, M. 2005. Plagas y enfermedades de cucurbitáceas. Guía de identificación y manejo (en línea). Ithaca, Nueva York, EUA. Cornell University. Department of Plant Pathology. Consultado 19 mar. 2018. Disponible en <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/CucurbitsSpanish.pdf>
- Zoppo, R; Faroppa, S; Bellenda, B; García, M. 2008. Alimentos en la huerta. Guía para la producción y consumo saludable. Montevideo, Uruguay, Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. 208 p.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr