

Uso del antagonista *Trichoderma harzianum* para controlar tres enfermedades fungosas del suelo

La agricultura intensiva que se desarrolla en la Cordillera de los Andes venezolanos se caracteriza por la utilización elevada de insumos, con el propósito de obtener “buenas cosechas”. En este contexto, el uso indiscriminado e inapropiado de agroquímicos, tales como fertilizantes y plaguicidas, constituye la práctica más común de manejo en estos agroecosistemas. Sin embargo, esta práctica está cuestionada debido al alto impacto ambiental y por los problemas colaterales de salud pública que ocasionan.

El fenómeno del uso de químicos contra un número creciente de enfermedades y plagas, cada vez en mayor cantidad, se denomina círculo vicioso. Este problema es grave cuando las enfermedades y las plagas llegan a un pico tan alto en donde ninguna medida de control es efectiva, debido fundamentalmente a tres problemas: resistencia, resurgimiento e incremento del inóculo primario y el desarrollo de ciclos secundarios de enfermedades.

Las condiciones climáticas de las zonas altas, específicamente en el estado Mérida: alta precipitación, entre 740 milímetros y 1.200 milímetros anuales, una humedad relativa por encima de 75% y temperaturas promedios entre 11 y 16°C, propician el desarrollo y diseminación de enfermedades que limitan la producción de los cultivos. Estas enfermedades son difíciles de controlar y a menudo se produce la aparición de epifitias que amenazan la productividad de los agroecosistemas.

Enfermedades fungosas del suelo

Por su incidencia, distribución y alta virulencia en cultivos de importancia de la región andina, se destacan tres enfermedades que causan pérdidas en las cosechas, desde moderadas hasta

Rosaima García¹
J. Salas¹
R. Riera²
C. Zambrano²
A. Maggiorani¹
A. García³

¹Investigadores. ²Técnico Asociado a la Investigación. INIA Mérida. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida, Mérida. ³Ingenieros Agrónomos. Zambrano Consultor Agrícola, C. A.

totales. Estas enfermedades son: la pudrición blanca del ajo, rizoctoniasis de la papa y hernia de las crucíferas.

La pudrición blanca del ajo

Es una enfermedad ocasionada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berkale (Figura 1), que es muy difícil de combatir con productos químicos. Se presenta desde el inicio del desarrollo del cultivo hasta el final. Las plantas afectadas retrasan su desarrollo, se marchitan y los bulbos se pudren y recubren de un moho blanquecino hasta formar estructuras de resistencia de color negro, llamadas esclerocios, que le permiten al hongo permanecer en el suelo por muchos años (Ramos 1991).



Figura 1. Purición blanca del ajo causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berkale.

Rizoctoniasis de la papa

Esta enfermedad es denominada también cancro del tallo o costra negra (Figura 2), la ocasiona el hongo *Rhizoctonia solani* Kuhm GA-3. Su incidencia y distribución se ha venido incrementando en todas las zonas paperas del estado Mérida.

Los síntomas incluyen canchales en los brotes, tallos y estolones, caídas de brotes, rajadura de los tubérculos y presencia de esclerocios de color marrón oscuro a negro, llamados sarna negra, los cuales se desarrollan sobre los tubérculos y reducen su calidad. En las plantaciones se observan plantas achaparradas, amarillentas y con presencia de tubérculos aéreos, que al ser cosechadas producen tubérculos con evidentes deformaciones y la presencia de los síntomas descritos con anterioridad, como consecuencia, los rendimientos son muy bajos debido a que se produce una reducción superior a 50% (García *et al.* 1999).

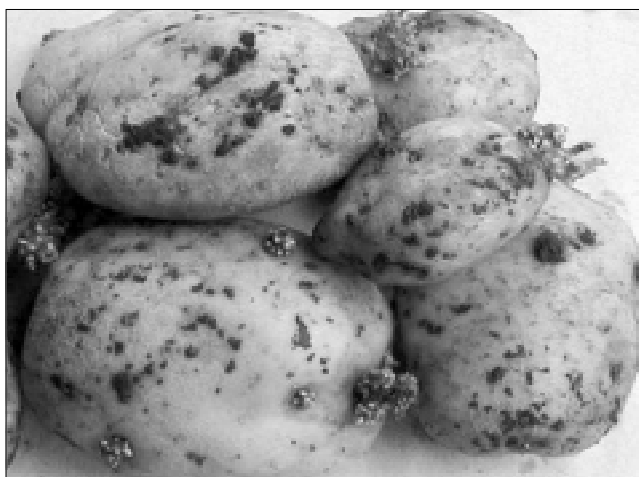


Figura 2. Rhizotomiasis de la papa ocasionada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kuhm.

La hernia de las crucíferas

Es ocasionada por el hongo *Plasmodiophora brassicae*. Se caracteriza porque en las raíces se forman tumoraciones gigantes, que impiden la adsorción eficiente de agua y de los nutrientes, y las partes aéreas de la planta se retrasan en su desarrollo normal (Figura 3). Por lo general, los tumores son invadidos por microorganismos saprofitos secundarios que originan podredumbre, y en su interior, se liberan toxinas que pueden producir una marchitez general en toda la planta. Cuando la marchitez no es completa, el producto desmejora su valor comercial debido a que se abre la inflorescencia de la planta, perdiendo su composición, y no soportan el transporte.

La incidencia de "la hernia de las coles" en los municipios Rivas Dávila, Miranda, Pueblo Llano, Cardenal Quintero y Rangel del estado Mérida, se

había venido acrecentando cada vez más, debido a que los productores no contaban con ningún tipo de medida de control. No obstante, la situación ha venido mejorando con la incorporación del fungicida biológico elaborado con el hongo *Trichoderma harzianum*.



Figura 3. Hernia de las coles ocasionada por el hongo *Plasmodiophora brassicae*.

El hongo *Trichoderma harzianum*

Hasta la incorporación del hongo trichoderma en los sistemas agrícolas del estado Mérida, los productores no contaban con una medida de control suficientemente efectiva para proteger las plantaciones de esta enfermedad. Para controlar el hongo usaban un producto con el ingrediente activo pencycurón (Monceren), el cual es altamente costoso, contaminante y difícil de encontrar en el mercado; eventualmente, aplicaban cualquier otro fungicida ineficiente para el control del hongo.

El hongo *Trichoderma harzianum* se conoce como un antagonista natural del suelo, que tiene la capacidad de actuar en forma de antibiosis, parasitismo y/o competencia. Debido a estas propiedades se reproduce artificialmente (como un biofungicida) y puede incorporarse como un elemento más del suelo para recolonizar y competir con otros hongos presentes y/o parasitarlos (Figura 4). Basados en este principio, se llevó a cabo un trabajo que tuvo por finalidad incorporar tecnologías alternativas de manejo de estas enfermedades distintas a las convencionales y para ello se evaluó, aplicó y difundió el uso del antagonista *Trichoderma harzianum* en sistemas agrícolas

prioritarios del estado Mérida, dentro de un programa de manejo integrado.

Como resultados del programa ha habido además un estímulo en la utilización y producción de semilla de papa de calidad genética y sanitaria; se ha diversificado el uso de abono orgánico distinto a la gallinaza, se ha incentivado a productores de otros sistemas de producción a la aplicación de estas tecnologías y ha habido un cambio de aptitud de los productores en el manejo técnico de su sistema.



Figura 4. Biopreparado con el hongo *Trichoderma harzianum*. Se utiliza para el control de la pudrición blanda del ajo, rizoctoniasis de papa y hernia de crucífera.

Evaluación de biopreparados de *Trichoderma harzianum*

Para promover el uso de trichoderma se llevaron a cabo tres trabajos de evaluación, en los que se utilizaron dos biopreparados autóctonos y uno comercial: Natibiol™.

El ingrediente activo de los biopreparados autóctonos provenía de dos cepas del hongo, recolectadas de suelos ajeros del municipio Rangel del estado Mérida, las cuales se seleccionaron en virtud de su alta capacidad antagónica *in vitro* sobre hongos del suelo y por su alta capacidad reproductiva en medios artificiales, en contraste con los fungicidas químicos comerciales, los cuales se usaron de acuerdo con la dosis media señalada en la etiqueta para el control de las enfermedades en la zona (pudrición blanca del ajo: Sumilex™, Follicur™ y Ambil™, hernia de las crucíferas: Vitavax™ y rizoctoniasis: Monceren™).

La aplicación de los productos y de los biopreparados se realizó durante la desinfección de la semilla, en el surco, al momento de la siembra, en el deshierbe o aporque y 15 días después de éste. Todos los biopreparados se usaron en dosis de 200 gramos por hectárea.

Las evaluaciones se hicieron cada siete días tomando como criterios de evaluación el número de plantas enfermas, el número de productos enfermos en la cosecha, el grado de daño al momento de la cosecha en forma cualitativa, la apariencia externa del producto cosechado y el rendimiento en kilogramos por hectárea, en papa y ajo.

Aplicación masiva y difusión del hongo *Trichoderma harzianum*

Se desarrolló y aplicó el Programa de Manejo Integrado de las Enfermedades (PMIE) en los cultivos ajo, crucíferas y papa, ubicados en los municipios Rangel, Miranda y Libertador del estado Mérida. En la implementación del programa participaron las siguientes instituciones: Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Mérida (INIA), Núcleos de Extensión del Programa CIARA de los municipios Rangel y Miranda, y las empresas privadas: Zambrano Consultor Agrícola C. A., Productos Biológicos para el Agro (PROBIOAGRO, COBIOCA, Asociaciones de Productores PROINPA, Núcleo de Productores Semilleros, Comités de Riego del Páramo y Proalto).

El programa se inició con la capacitación, por parte de investigadores del INIA-Mérida, de grupos de extensionistas, investigadores, estudiantes y de productores, en conservación ambiental, *Trichoderma harzianum* y en otras tecnologías alternativas que tenían la posibilidad de ser incorporadas dentro del PMIE, como: uso de fertilizantes orgánicos, control cultural, control etológico, control biológico con parasitoides y entomopatógenos o antagonistas, y estrategias organizativas para la incorporación de agentes biológicos. El programa se evaluó durante los años 1999 y 2001.

En el segundo semestre del año 2001 se aplicaron encuestas rápidas a productores e instituciones involucradas, tomando una muestra entre 20 y 40% de la población involucrada para evaluar el alcance y la aceptación del programa.

Para ello, se elaboró un instrumento que contenía datos sobre la finca, la localidad, el productor, prácticas de manejo antes y posterior a la incorporación del programa, resultados de la aplicación del hongo y el programa para el control de las enfermedades con respecto a la incidencia y/o control de los mismos, costos de la aplicación antes y después, fuente de transmisión del programa, aumento o disminución del uso de fungicidas químicos, aptitud del productor en la utilización posterior del antagonista, el programa en general y su aceptación.

En todas las experiencias se obtuvo un buen efecto de *T. harzianum* sobre las enfermedades estudiadas.

En el Cuadro 1 puede observarse que los tratamientos que contenían trichoderma lograron disminuir la incidencia de la hernia en el cultivo de la acelga Pack choi, encontrándose mejor comportamiento con el biopreparado comercial Natibiol, el cual permitió sólo la afectación de 20% de plantas en baja intensidad; es decir, que todas las macollas fueron comerciales. En los biopreparados autóctonos T_7 y T_5 de trichoderma se encontró que 27 y 33% de las plantas afectadas en baja intensidad, respectivamente, con relación a cuando no se aplicó ningún producto (testigo), donde 60% de las plantas fueron afectadas por la enfermedad con alta intensidad, perdiendo las macollas su valor por la reducción en el tamaño.

En el Cuadro 2 se puede apreciar que los mejores tratamientos fueron el fungicida Monseren y

el biopreparado autóctono T_7 , los cuales lograron una reducción de la rizoctoniasis en tubérculos entre 20 y 26%, cuando se sembró semilla contaminada y sana, respectivamente. Cuando no se aplicó ningún producto, la infestación de tubérculos estuvo entre 52 y 55%.

Los rendimientos fueron superiores y los descartes menores cuando se aplicaron los biopreparados autóctonos.

El Cuadro 3 muestra que el control de la pudrición blanca en ajo fue superior cuando se usaron los biopreparados combinados con fungicidas, en forma intercalada, tanto en plantas infectadas (0%) como en bulbos infectados (menor a 1%) con relación a cuando no se aplicó nada, el cual presentó 100 y 98% de infestación y cuando se usó fungicida químico solamente donde las infestaciones en plantas y tubérculos estuvieron en 78 y 58%, respectivamente. Todas las plantas tratadas tuvieron un rendimiento superior al testigo, ubicándose en los grupos. Se observó también que con el uso de los biopreparados solos, los bulbos aunque fueron afectados mostraron ser compactos y duros, con relación a cuando se usó fungicidas químicos, cuando los bulbos se presentaron blandos y deteriorados.

En tubérculos de papa y bulbos de ajo se observó la actuación parasítica de trichoderma sobre los esclerocios de los hongos, en las cosechas obtenidas de los ensayos. En las raíces herniadas de Pack choi no se observó parasitismo de trichoderma; se presume que el efecto del antagonista trichoderma sobre el hongo

Cuadro 1. Grado de daño y porcentaje de plantas promedio del cultivo de la acelga Pack choi, sometidas a cinco tratamientos de control. Timotes, estado Mérida. 1999.

Tratamientos	Grado del daño (Escala 1 a 3) *	Porcentaje de plantas enfermas
Sin aplicación	1,8667	60
Biopreparado <i>harzianum</i> de <i>Trichoderma</i> autóctono (T_5)	0,7000	33
Vitavax	0,6000	30
Biopreparado de <i>Trichoderma harzianum</i> autóctono (T_7)	0,3333	27
Biopreparado de <i>Trichoderma harzianum</i> (Natibiol)	0,3000	20

Letras distintas significan estadísticamente, según la prueba de LDS al 5%

* 1 = no hay agallas, a 3 = presencia de agalla gigante y marchitez de plantas.

Cuadro 2. Efectividad del uso de un fungicida y tres biopreparados en el control de rizoctoniasis de la papa bajo condiciones de campo. Mucuchies, Mérida, 1999.

Tratamiento	Plantas infectadas (%)	Tubérculos infectados (%)	Rendimientos estimados kg/ha	Descarte (%)
Sc. Sin tratar	27	52	28.828	10
Ss. Sin tratar	27	55	14.479	17
Ss. Pencycuron	11	27	19.833	10
Sc. Pencycuron	10	20	32.619	8
Ss. Natibiol	9	41	23.184	10
Sc. Natibiol	9	54	29.987	7
Ss. Biop 1	7	33	40.078	6
Sc. Biop 1	2	53	44.590	5
Sc. Biop 2	1	31	38.255	6
Ss. Biop 2	0	26	34.336	7

Sc = semilla contaminada; Ss = semilla sana; Biop = Biopreparado.

Cuadro 3. Comportamiento de dos biopreparados aplicados solos y combinados con fungicidas frente a *Sclerotium cepivorum*, en el cultivo de ajo. Mucumpate, municipio Rangel.

Tratamientos	Plantas infectadas (%)	Bulbos infectados (%)	Parasitismo en bulbos (%)	Rendimiento estimado (kg/ha)
Sin aplicación	100	98	0,70	1.500
Natibiol	29	53	11	3.700
Trichoandes	11	43	11	3.700
Sumitex + Folicur	78	58	0	6.000
Natibiol + fungicida	0	0,30	0	5.800
Trichoandes + fungicida	0	0,40	0	3.700

Trichoandes = Bio. 2

Plasmadiophora brassicae ocurre por antibiosis y competencia, debido a la disminución en número y tamaño de las hernias en las raíces de las plantas de Pack choi evaluadas.

Aplicación masiva y difusión del hongo *Trichoderma harzianum*

En la Figura 5 puede observarse el número de dosis aplicadas en la zona por concepto de biopreparados autóctonos y comercial sobre la base del hongo *T. harzianum* entre los años 1999 y 2001. Se nota un incremento en el uso del hongo, alcanzando un total de 2.700 para el último año, lo que proyecta su aplicación en 675 hectáreas en las zonas del páramo.

En el Cuadro 4 puede apreciarse que los municipios Rangel y Miranda se destacan en el uso del hongo trichoderma con, 750 hectáreas para Rangel y 425 hectáreas para Miranda. Lo anterior muestra

la aceptación del hongo antagonista como biofungicida alternativo para el control de las enfermedades señaladas.

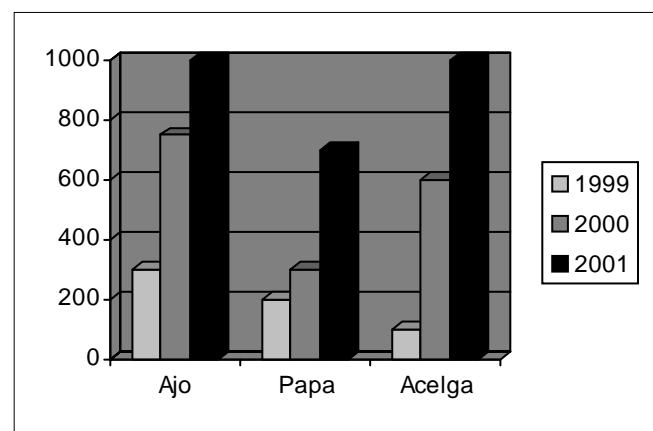


Figura 5. Dosis de biopreparados de *Trichoderma harzianum* usados para el control de la pudrición blanda del ajo, rizoctoniasis de papa y hernia de las crucíferas en Mérida. 1999-2001.

Difusión y adopción del uso de trichoderma

De acuerdo con el diagnóstico realizado para evaluar la difusión y aceptación del uso de trichoderma, los productores que participaron en el programa disponen de una superficie promedio de producción de 1,8 hectáreas, poseen una experiencia superior a los 15 años como productores y un promedio de 29 años de edad. 83% son productores papeiros que utilizan un sistema de rotación de zanahoria y ajo; 11,11% son ajeros que rotan con papa; y 5,6% siembran cebollín. 65% de los productores disminuyeron los niveles de infectación de las enfermedades, con el uso de *Trichoderma harzianum*, mientras que 7,6% las mantuvo igual y 27,4% no realizó una evaluación exacta.

En relación con el costo del uso del hongo bajo el programa, 99% de los productores lo consideró más económico que el uso de químicos en forma general y 1% utilizó la práctica sólo de manera experimental.

En cuanto a la opinión de los productores acerca de la reducción en el uso de fungicidas, 77% explicó que lograron una reducción considerable en el uso de plaguicidas (químicos); mientras que 8,0% manifestó que las aplicaciones fueron iguales; 4,0% señaló que fue sólo en fase experimental y 11% no contestó la pregunta. 96% de los productores manifestó su preferencia por el uso de trichoderma y otros agentes biológicos, mientras que 4% no contestó la pregunta.

En su evaluación cualitativa, 88% de los productores consideró excelente el efecto del hongo antagonista por ser menos contaminante al ambiente y no afectar la salud humana, además de

ser económico y controlar bien las enfermedades, debido a su facilidad de manejo y por arrojar mejores rendimientos. 12% restante de los productores no contestó la pregunta.

En relación con la preferencia de productos, 89% de los productores utilizó los productos generados por el INIA (*Beauveria bassiana* + *Trichoderma harzianum*) con extractos de plantas, 44% manifestó que además usó trampas amarillas y feromonas sexuales para el monitoreo poblacional de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), 28% usó sólo extractos de plantas y 33% usó humus de lombriz. Mientras que 4% de los productores usó otros productos biológicos además de los recomendados por el programa.

Sobre el origen de las capacitaciones y transferencia del programa de control biológico, se encontró que 54% de los productores conocieron el programa a través de visitas dirigidas por COBIOCA y el Núcleo de Extensión del CIARA-Mucuchíes, 16% contestó que la información la obtuvo a través de días de campo y charlas convocadas por INIA-COBIOCA-Zambrano Consultores y CIARA y 30% contestó haber recibido visitas guiadas por INIA-Zambrano Consultores y CIARA. Estos últimos señalaron que participan en el programa de producción de semilla de papa formal o certificada.

Observaciones finales

- Los biopreparados autóctonos T₅ y T₇ y el producto comercial Natibiol con *Trichoderma harzianum* mostraron buen control de los hongos *P. brassicae*, *R. solani* y *S. Cepivorum*, por

Cuadro 4. Municipios del estado Mérida donde se han usado biopreparados de *Trichoderma harzianum*, en forma masiva por hectárea. 1999-2001.

Municipios	Superficie (ha) bajo aplicación del hongo			Total
	1999	2000	2001	
Rangel	125	250	375	750
Miranda	25	150	250	425
Libertador	-	12,5	25	37,5
Campo Elías	-	-	25	25
Total General	150	412,5	675	1.237,5

Datos extraídos de Zambrano Consultores C. A., COBIOCA, Cooperativa La Paramaña y Andina, Proinpa, Núcleo de Extensión CIARA de Rangel y de Miranda del estado Mérida.

lo que en la actualidad representan una alternativa eficiente y menos contaminante para el control de las enfermedades: pudrición blanca del ajo, rizoctoniasis de la papa y hernia de las crucíferas. La aplicación de estos biopreparados permite disminuir progresivamente el uso de fungicidas químicos para el control de esas enfermedades.

- El uso de los biopreparados autóctonos y comercial para el control de las tres enfermedades estudiadas se validó exitosamente con la incorporación de un Programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades y con la participación de productores de los cultivos ajo y papa del municipio Rangel y Libertador, y de los productores de crucíferas (coliflor, repollo, Pak choi) en el Municipio Miranda. Durante el proceso de transferencia se logró bajar la aplicación de fungicidas para el ajo y las crucíferas alrededor de 50%, y en el caso del cultivo de papa, en más de 90% para el control de rizoctoniasis.

- Existe un cambio de aptitud de los productores en cuanto al manejo de sus cultivos. Manifiestan preferencia por el uso de trichoderma y otros biológicos por considerarlos menos tóxicos y menos contaminantes del ambiente.
- La integración del equipo interinstitucional fue una acción fundamental para la capacitación y la adopción del programa de uso de trichoderma y otros biológicos.

Bibliografía

Dy Lewski, D. P. 1987. Woroning pythii. In: Fuller, M. S. & A. Jaworski (eds).

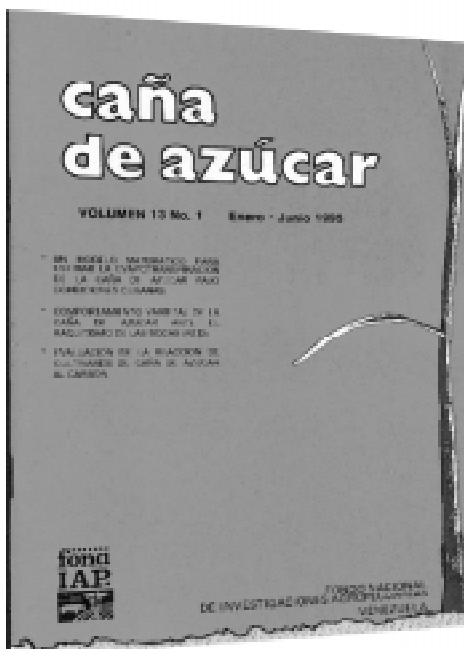
Ramos de S., G. 1991. El cultivo del ajo en el estado Mérida. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Mérida. (Serie Paquetes Tecnológicos N° 10). 78 p.

García, R., A.; García; C. Garnica. 1999. ¡Cuidado con la rizoctoniasis de la papa! Diario Frontera. Página Agropecuaria, 5-C. Mérida, 3 de enero.



Anaplasmosis: aspectos epizootológicos y métodos de control

Manuel Toro Benitez



Solicítelas
en los puntos
de ventas
señalados
al final
de la revista

Caña de azúcar
Publicación periódica

