

Distribución, Incidencia y Alternativas de Control de *Rhizoctonia solani* en el Cultivo Papa en el Estado Mérida, Venezuela

Rosaima García, Alba García, Camilo Garnica¹

Resumen

Con el objetivo de determinar el nivel de distribución e incidencia de la rhizoctoniasis de la papa (*Rhizoctonia solani*) en el estado Mérida, y buscar alternativas de manejo, se realizó un diagnóstico de campo en cinco municipios papeiros y un estudio en la semilla informal ubicado en los silos de Pico El Águila proveniente de siete municipios productores; posteriormente se evaluaron bajo condiciones de invernaderos y campo alternativas de control con opción a ser incorporadas dentro de un programa de manejo de la enfermedad. En invernadero se evaluó el efecto sobre la enfermedad de los fungicidas Carboxin + Thiram, Mancozeb y Pencycuron (dosis media comercial) y dos biopreparados a base de aislamientos nativos de *Trichoderma harzianum* (200 g del producto a concentración de 2×10^{11} UFC /200 L de agua) sobre semilla y suelo contaminado, bajo un diseño en bloques al azar de arreglo en factorial, con tres repeticiones. Mientras que en el campo experimental Mucuchíes (3100 msnm) se evaluaron los tratamientos: Pencycuron a dosis de 600 g del producto /200 L de agua, biopreparados a base de *T. harzianum* nativo (C5 y C7) y uno comercial (Natibiol) ambos a dosis de 200 g del producto a concentración de 2×10^{11} UFC 7200 L de agua, los cuales fueron aplicados a la semilla, al surco al momento de la siembra y al aporque. El diseño usado fue bloques al azar con tres repeticiones. Para los dos ensayos se utilizó la variedad de papa Tibisay resistente a tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Se encontró que *R. solani* grupo GA-3, estuvo presente en los cinco municipios muestreados con incidencias promedio desde 5% hasta 60%, estando la más alta en Rangel. Bajo condiciones de almacén, la infección estuvo desde 0% hasta 34% en 76% de la semilla informal muestreada. En invernadero los tratamientos a base de Pencycuron y biopreparados tuvieron efectividad similar y a la vez superior a los demás, reduciéndose la infección en plantas y tubérculos. En campo los tratamientos que resultaron superiores fueron los biopreparados a base de aislamientos nativos, estos representan una nueva alternativa para el control de rhizoctoniasis en papa en el Estado Mérida de Venezuela.

Palabras claves adicionales: manejo integrado de enfermedades, semilla informal, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma harzianum*, biopreparados

1 INIA. Av. Urdaneta, Edificio MAC, 2do. Piso. Apartado Postal 425, Mérida, Venezuela.

Distribution, Incidence and Alternative of Control in Potato Crop in Mérida, Venezuela

Summary

To determine the incidence, distribution level and search for new alternatives to control potato black scurf (*Rhizoctonia solani*) in the State of Mérida, a survey was done in five potato growing municipalities and a study of informal storage of potato seed tuber in Pico El Águila coming from seven municipalities was also conducted. The evaluations were done under greenhouse and field conditions. Later on, under field and greenhouse conditions alternatives of control to be integrated in handling the disease were evaluated. In the greenhouse, Carboxin +Thiram, Mancozeb, Pencycuron (in commercial doses) and two biopreparations based on *Trichoderma harzianum* (200g of the product at a concentration of 2×10^{11} UFC /200 L of water) were applied to seed tubers and soil, and tested against the effect of the disease in an aleatory factorial block design, with three replicates. Meanwhile, in the Mucuchies experimental field station (3100 meter on the sea level), the following treatment were valuated: Pencycuron (600g of the product at a concentration of 2×10^{11} UFC 7200 L of water), two biopreparations of native *T. harzianum* (C5 and C7), and the commercial biopreparation (Natibiol), both in doses of 200 g of the product at a concentration of 2×10 UFC 7200 L of water, were applied to the seed and furrow at planting and hilling. An aleatory Block design with 3 replicates was used. The Tibisay variety, which is resistant to *Phytophthora infestans* was used also. It was found that a *R. solani* GA-3 group was present in the five sampled municipalities, with a mean level of incidence from 5% to 60%, being the highest in the municipality of Rangel. Under storage condition, the infection in the seed was from 0% to 34% in 76% in the non formal samples of potato seed tuber. The treatments based on Pencycuron and biopreparations showed a similar behavior, being superior according to their effects in reducing the infection of plant and tuber. In the field, the best treatments were the biopreparations of native *T. harzianum*. The T5 and T7 could be a new alternative to control black scurf in potato crop in Mérida, Venezuela.

Additional Index words:

Integrated pest management, informal seed, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma harzianum*, biopreparations

Introducción

La rhizoctoniasis o costra negra de la papa causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn en la fase asexual y *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk en la fase sexual, se han venido incrementando en incidencia y distribución en todas las zonas paperas del estado Mérida. A menudo se observan plantaciones con abundantes plantas achaparradas, amarillentas, con tubérculos aéreos (Figura 1), y aspecto blanquecino entre el cuello de la raíz e inicio del tallo (Figura 2). Estas plantas al ser cosechadas producen tubérculos con evidentes deformaciones, altamente manchados por presencia de esclerocios del hongo y con rajaduras siendo muy bajos los rendimientos (Figura 3), experimentando una reducción que llega a 50%. (García, et al., 1999). La enfermedad se ha encontrado en las variedades comerciales Granóla, Caribay, Andinita, Tibisay, Atzimba, Monserratt, y Diacol Capiro. En esta última, una variedad colombiana, la incidencia es mayor.

El hongo *R. solani* GA-3 es un habitante natural del suelo que causa el cancro de la papa. Como resultado de su colonización saprofitica o parasítica, sus propágulos (micelio y esclerocios) sobreviven en el suelo independientemente y en asociación con materia orgánica o en tejidos del hospedante (10). Los propágulos pueden sobrevivir por varios años sirviendo de inóculo primario para sub-siguientes cultivos (9).

En Balcarce (Provincia de Buenos Aires, Argentina), se cuantificó la magnitud de las pérdidas de calidad que potencialmente podría causar *R. solani* en papa, el 35% de los tubérculos del cultivar Ballenera sufrió rajaduras por la infección con inóculo natural del patógeno en el campo (5).

No hay una medida de control suficientemente efectiva para proteger la papa del cancro por *Rhizoctonia*. La combinación de medidas de control químico, resistencia genética, métodos culturales y biológicos permitirán aumentar las posibilidades de control. Cardoso y Echandi (2) y Escande y Echandi (5) lograron controlar la pudrición de raíces de frijol y el cancro del tallo de papa causados por *Rhizoctonia* en todos los experimentos mediante el uso de especies binucleadas de *Rhizoctonia* (RBN).

El hongo *Trichoderma harzianum* es un antagonista natural del suelo, que ha sido probado y usado con indiscutibles éxitos en el control de *R. solani* en otros cultivos bajo diferentes formas de aplicación (3, 7,11,12, 13). Este hongo representa una alternativa potencial como componente de manejo de *R. solani*.

Debido al potencial en aumento de pérdidas que representaría el incremento de rhizoctoniasis de la papa dentro del manejo global del cultivo, usando sólo el producto a base del ingrediente activo Pencycuron, el cual es muy costoso y contaminante, se desarrolló esta investigación con el fin de evaluar la distribución e incidencia de la enfermedad, y a su vez la efectividad de control sobre ésta de biopreparados del antagonista *T. harzianum*.



Figura 1. Tubérculos aéreos observados en plantas de papa del cultivar Granola en Mucuchíes, Estado Mérida.

Figura 2. Fase sexual del hongo. Nótese la presencia de puntuaciones blanquecinas en el cuello de plantas de papa cultivar Diacol Capiro.



Figura 3. Tubérculos de papa con presencia de esclerocios del hongo Rhizoctonia solani.

Materiales y Métodos

Distribución e incidencia de *R. solani* en zonas productoras de papa del estado Mérida

Se realizó un diagnóstico de campo en los cinco municipios productores de papa más importantes del estado Mérida. Se muestrearon entre 10% y 20% de parcelas ubicadas en localidades de los municipios: Libertador, Rangel, Pueblo Llano, Rivas Dávila y Miranda. Se recorrieron, evaluaron y tomaron muestras de tejido en un 20% de las parcelas sembradas, siguiendo una diagonal en el sembradío y en forma de zigzag a intervalos de 10 plantas. Los criterios de evaluación fueron: distribución de la enfermedad en relación al número de localidades infectadas con *R. solani*, e incidencia de rhizoctoniasis en porcentaje de acuerdo al número de plantas enfermas en relación al número de plantas evaluadas.

Detección de *R. solani* sobre tubérculos de semilla informal

Se muestrearon 206 huacales de 50 kg de tubérculos semilla de papa informal, almacenados por los productores en los silos de Pico El Águila, del estado Mérida, ubicado a 4017 msnm, bajo una temperatura media diaria de 4°C. Las muestras se recolectaron en bolsas plásticas, tomando un promedio de 10 tubérculos al azar por cada 50 kg de semilla almacenada, que luego fueron analizados en el laboratorio. Se tomaron datos sobre número de tubérculos infectados y viabilidad de esclerocios encontrados en la superficie de los mismos. Para ello se sometieron tubérculos infectados a cámara húmeda por 24 horas y luego se sembraron esclerocios en cajas de petri que contenían el medio de cultivo Agar-Papa-Dextrosa. Al obtener cultivos puros se llevaron a la Universidad de los Andes (ULA) para que se determinara el grupo de anastomosis del hongo.

Alternativas de control bajo condiciones de invernadero

El ensayo fue realizado en un invernadero de techo de vidrio transparente y cubierto de malla antiáfida, ubicado en el Campo Experimental Mucuchíes a una altura de 3100 msnm, la temperatura promedio dentro del invernadero fue $18 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa de 80%.

Entre las alternativas de control se evaluaron dos biopreparados a base de *T. harzianum*, Natibiol comercializado por una empresa privada en Venezuela y un biopreparado de una cepa autóctona del INIA-Mérida, el cual aún no se comercializa, y tres de los fungicidas más comúnmente usados por los productores para desinfección de semilla de papa y/o control en campo, identificados como sigue: F_0 = Testigo - Sin tratamiento; F_1 = Carboxin+Thiram (Vitavax) a dosis comercial de 800 ml /400l de agua; F_2 = Mancozeb (Manzate) a dosis media comercial de 1 kg/400l de agua; F_3 = Pencycuron (Monceren) a dosis media comercial de 600 g/400l de agua; F_4 = Biopreparado a base del

antagonista *T. harzianum* (cepa C5) autóctono de la zona a dosis de 200g de esporas /200l de agua; F₅= Biopreparado a base del antagonista *T. harzianum* (cepa C7) autóctono de la zona, a dosis de 200g de esporas/200l de agua, se utilizó 1% de surfactante. La aplicación de los tratamientos se hizo sobre semilla y suelo (contaminado y sano).

Para evaluar las alternativas anteriores, se sembraron diez (10) tubérculos de la variedad de papa Tibisay por unidad experimental, en bolsas de polietileno que contenían un grupo suelo sano y otro suelo contaminado con el hongo. Cada grupo fue dividido en dos partes, utilizando en una de las partes semilla sana y en la otra contaminada.

El suelo sano correspondió a un sustrato a base de tierra negra, concha de coco y arena (2:2:1) esterilizado por 2 horas a 90° C, y el suelo contaminado provino de una finca donde se observó más de un 90% de infección con *Rhizoctonia* en el último sembradío.

El diseño estadístico para los 24 tratamientos dados en la Tabla 1 fue en bloques al azar con arreglo en factorial, con tres repeticiones. Las evaluaciones se realizaron semanalmente tomando datos sobre: número de plantas con síntomas de la enfermedad y número de tubérculos infectados. A los datos obtenidos se les realizó análisis de variancia y prueba de medias de diferencia mínima de significación (LDS).

Alternativas de control bajo condiciones de campo

La siembra, se realizó en el Campo Experimental Mucuchíes a 3100 msnm, temperatura promedio de 11 °C y Humedad Relativa Promedio de 75%, en una parcela donde se había presentado un ataque severo de más de 50% de *R. solani* en papa. Los tratamientos usados fueron: Pencycuron a dosis de 600g/200l de agua; Biopreparados a base de *T. harzianum* autóctono (C5 y C7), a dosis de 200g de esporas/200l de agua; Biopreparado a base de *T. harzianum* comercial (Natibiol), 200 g de esporas por 200l de agua. Estos se identificaron como sigue:

F₀ = Testigo (Sin aplicación); F₁ = Pencycuron; F₂ = Biopreparado autóctono (cepa C₅); F₃ = Biopreparado autóctono (cepa C₇); F₄ = Biopreparado Comercial (Natibiol).

Además, se evaluó como otro parámetro la sanidad de la semilla (sana, infectada).

Las aplicaciones se realizaron a la semilla, sumergiéndola por 30 min (dejando secar por 2 horas), al surco al momento de la siembra y al surco en el aporque.

El diseño estadístico para los 10 tratamientos dados en la Tabla 2 fue bloques al azar con tres repeticiones. Se utilizó la variedad de papa Tibisay, sembrando 4 surcos por tratamiento y 20 plantas/surco.

Tabla 1. Tratamientos que combinan las alternativas de control con semilla sana o semilla infectada, sembrada en suelo sano o contaminado.

Tratamientos	Combinaciones
T ₀	Suelo sano x Semilla sana x Sin tratar.
T ₁	Suelo sano x Semilla sana x Tratada con Carboxin + Thiram.
T ₂	Suelo sano x Semilla sana x Tratada con Mancozeb.
T ₃	Suelo sano x Semilla sana x Tratada con Pencycuron.
T ₄	Suelo sano x Semilla sana x Tratada con biopreparado C5.
T ₅	Suelo sano x Semilla sana x Tratada con biopreparado C7.
T ₆	Suelo sano x Semilla infectada x Sin tratar.
T ₇	Suelo sano x Semilla infectada x Tratada con Carboxin + Tirad
T ₈	Suelo sano x Semilla infectada x Tratada con Mancozeb.
T ₉	Suelo sano x Semilla infectada x Tratada con Pencycuron.
T ₁₀	Suelo sano x Semilla infectada x Tratada con biopreparado C5.
T ₁₁	Suelo sano x Semilla infectada x Tratada con biopreparado C7.
T ₁₂	Suelo infectado x Semilla sana x Sin tratar.
T ₁₃	Suelo infectado x Semilla sana x Tratada con Carboxin + Thiram.
T ₁₄	Suelo infectado x Semilla sana x Tratada con Mancozeb.
T ₁₅	Suelo infectado x Semilla sana x Tratada con Pencycuron
T ₁₆	Suelo infectado x Semilla sana x Tratada con biopreparado C5.
T ₁₇	Suelo infectado x Semilla sana x Tratada con biopreparado C7.
T ₁₈	Suelo infectado x Semilla infectada x Sin tratar.
T ₁₉	Suelo infectado x Semilla infectada x Tratada con Carboxin + Tirad
T ₂₀	Suelo infectado x Semilla infectada x Tratada con Mancozeb.
T ₂₁	Suelo infectado x Semilla infectada x Tratada con Pencycuron.
T ₂₂	Suelo infectado x Semilla infectada x Tratada con biopreparado C5.
T ₂₃	Suelo infectado x Semilla infectada x Tratada con biopreparado C7.

Tabla 2. Tratamientos que combinan las alternativas de control con semilla sana o semilla infectada, bajo condiciones de campo.

Tratamientos	Combinaciones
T ₀	Semilla sana sin tratar.
T ₂	Semilla sana tratada con Pencycuron
T ₃	Semilla sana tratada con biopreparado C5.
T ₄	Semilla sana tratada con biopreparado C7.
T ₅	Semilla sana tratada con biopreparado Natibiol
T ₆	Semilla infectada sin tratar.
T ₇	Semilla infectada tratada con Pencycuron.
T ₈	Semilla infectada tratada con biopreparado C5.
T ₉	Semilla infectada tratada con biopreparado C7.
	Semilla infectada tratada con biopreparado Natibiol

Para asegurar la colonización del hongo antagonista se aplicó 50 Kg. de fertilizante químico 12-12-17/2 por 100 Kg. de semilla de papa, más 50 Kg. de cachaza de caña de azúcar y 50 Kg. de humus sólido por 50 kg de semilla de papa, de acuerdo al análisis de suelo.

Las evaluaciones se realizaron semanalmente sobre los dos surcos centrales, tomando datos de: número de plantas enfermas con síntomas y grado de infección en los tubérculos (Figura 4). Se utilizó una escala de infección de tubérculos de 0 a 3, donde cero significa tubérculo totalmente sano, libre de esclerocios, y 3 tubérculos infectados con abundantes esclerocios que cubren más del 20% de la piel (Tabla 3). También se tomaron datos de número de tubérculos infectados, rendimiento y tubérculos de descarte, en kg.

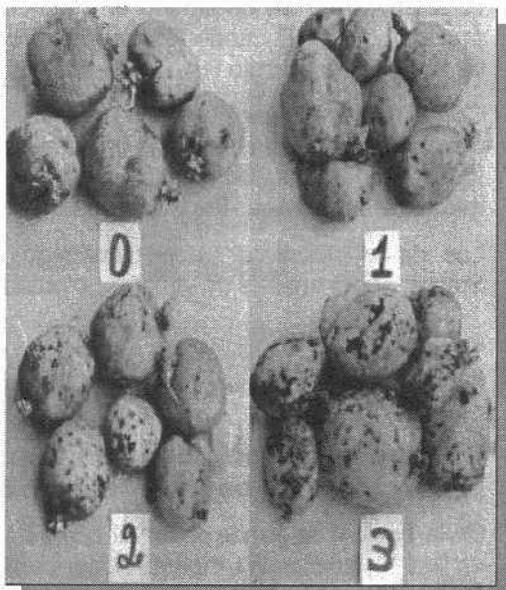


Figura 4. Diferentes grados de infectación de tubérculos de papa ocasionados por R. Solani.

Tabla 3. Escala de daño ocasionado por *Rhizoctonia solani* en tubérculos de papa (severidad)

Grado	Cualidad	Daños Causados
0	Sana	Tubérculos totalmente sanos libres de esclerocios o lesiones ausentes.
1	Baja incidencia (B)	Tubérculos con esclerocios de pequeños a medianos en número de entre 1 y 5, cubriendo hasta el 10% de la piel, ó lesiones < 5 mm de longitud.
2	Mediana incidencia (M)	Tubérculos con esclerocios medianos en número de entre 6 y 10, cubriendo entre 10 y 20% de la piel, ó lesiones > 5 mm de longitud.
3	Alta incidencia (A)	Tubérculos con grandes esclerocios prominentes, en número mayor de 10, cubriendo más del 20% de la piel, con piel enmallada altamente deformados o lesiones que rodean al tallo.

La cobertura de los tubérculos en red o con esclerocios causados por *R. solani* GA-3, se determinó en tubérculos lavados y mojados; según la metodología de Escande (6), con modificaciones adaptadas a la expresión de la enfermedad bajo las condiciones de Mérida.

Con el fin de verificar la recolonización del antagonista al suelo, al finalizar la cosecha se tomaron muestras de tierra de parcelas que fueron tratadas con los biopreparados. Se realizaron cultivos en placas petri que contenían el medio de cultivo Agar-Papa-Dextrosa.

Los datos obtenidos fueron analizados en el programa computarizado Statisti, sobre análisis de variancia y pruebas de medias de LDS

Resultados y Discusión

Distribución e incidencia de *R. solani* en zonas productoras de papa del estado Mérida

En la Tabla 4 se puede observar que *R. solani* GA-3 se encuentra presente en las 17 localidades muestreadas, pertenecientes a los cinco municipios productores, en alturas que van desde 1800 hasta 3500 msnm, con una incidencia promedio que varía entre 5% y 60%, ubicándose los valores de incidencia más altos en Rangel donde más del 70% de las localidades presentó incidencia superior al 30%.

Tabla 4. Distribución e incidencia de *R. solani* en zonas productoras de papa del estado Mérida.

Distribución/ Municipio	Localidad	Altura msnm	Número de parcelas por localidad	Rango de incidencia (%)
Libertador	La Caña	2.100	3	5
	La Vega	2.200	2	26-50
	Bella Vista	1.800	3	10-25
	La Bravera	2.000	3	10-20
Rangel	Llano El Hato	3.500	4	5-30
	Misintá	3.200	4	30
	La Toma	3.000	3	10-60
	Mucumpate	3.200	4	50
	Mucubají	4.000	10	55
	Apartaderos	3.500	3	45
Pueblo Llano	Miyoy	1.800	3	5
	El Helechal	2.200	3	5-10
	La Culata	2.900	3	10
	El Arbolito	2.500	4	25
Rivas Dávila	La M	2.500	4	30
	Las Playitas	2.200	3	20
	Bailadores	2.000	3	5

Lo anterior evidencia que *R. solani* se ha convertido en un serio problema para la producción papera del Estado Mérida.

Resultados similares fueron encontrados por Calderón y Fernández-Northcote (1), quienes señalaron que la rhizoctoniasis denominada también "cancro del tallo", "costra negra", es una enfermedad ampliamente diseminada en las zonas pperas de Bolivia, alcanzando incidencias hasta del 90% en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Oruro, La Paz y Tarija. Las plantas severamente afectadas con rhizoctoniasis muestran una disminución en rendimiento hasta del 96%. Asimismo, señalan que el efecto en la calidad es altamente significativo en relación al de las plantas sanas, pudiendo ocasionar cosechas con 80% de tubérculos pequeños y deformes y sólo un 20% de tamaño regular.

DetECCIÓN DE *R. solani* SOBRE TUBÉRCULOS SEMILLA INFORMAL

En la Tabla 5 se puede observar los niveles de infectación de la semilla proveniente de 25 localidades muestreadas. De éstas, 19 presentaron la enfermedad y sólo seis estuvieron libres de ella. Esto representa un 76% de localidades con semilla infectada por rhizoctoniasis bajo un promedio general de 41%. Mientras que la incidencia estuvo entre 0 y 34% con un promedio de 10%.

Tabla 5. Detección de Rhizoctonia solani en tubérculos semillas informal proveniente de 25 localidades del Estado Mérida y almacenados en silos del Pico El Águila. 1997-1998.

Municipio	Localidad	No. de guacal	No. de muestras	No. de tubérculos analizados	Distribución (%)	Incidencia en tubérculos (%)	
Rangel	Mucuchíes	542	14	140	86	16	
	Apartaderos	130	1	10	100	20	
	Mucumpate	424	8	80	63	15	
	Escaquey	245	4	40	25	25	
	Mucurubá	442	5	50	100	34	
	Llano El Hato	200	1	10	100	20	
	Misintá	77	3	30	66	20	
	La Toma	76	2	20	0	5	
	Tropicon	70	1	10	0	0	
	Mesa Grande	32	1	10	0	0	
	Mucuchache	88	2	20	100	30	
	Mucuy qaviria	160	2	20	0	0	
			12	1	10	100	10
	Promedio					57	15
Miranda	Timotes	169	6	60	50	5	
	La Venta	25	1	10	100	10	
	Cruz Chiquita	72	1	10	100	20	
	Promedio				83	12	
Pueblo Llano C. Quintero	Pueblo Llano	1670	44	440	54	11	
	S. Domingo	898	27	270	66	15	
	Efafiche	58	2	20	100	15	
	Aracay	212	7	70	42	7	
	Las Piedras	31	3	30	0	0	
Promedio				52	9		
S. Marquina Libertador	Tabay	140	4	40	0	0	
	El Valle	43	1	10	0	0	
El Morro	El Morro	98	3	30	66	16	
	Promedio				33	8	
C. Elias	Jají	42	2	20	50	15	
	Gran Promedio				41	10	

Lo anterior evidencia la importancia que tiene la semilla como fuente de inóculo y de diseminación de la enfermedad en el estado Mérida, y explica la alta distribución e incremento de rhizoctoniasis.

Alternativas de control bajo condiciones de invernadero

El análisis de variancia del porcentaje de plantas y tubérculos infectados con rhizoctoniasis, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Esto quiere decir que al menos uno de los tratamientos es diferente de los demás.

La Tabla 6 señala los resultados de la efectividad de los tratamientos sobre *R. solani*, donde todos los tratamientos se ubicaron al mismo nivel de los testigos sanos. El Pencycuron y los biopreparados autóctonos tuvieron un comportamiento similar y más efectivo que los demás en términos numéricos, logrando reducir el porcentaje de tubérculos infectados hasta 0%, desde un 33.33% observado en el testigo enfermo (SuC x SemC x FO). Siguiendo un orden de efectividad de los tratamientos, los mejores fueron: aplicación del biopreparado C5 sobre suelo contaminado y semilla sana (SuC x SemS x F4, SuC x SemC) con 0% de tubérculos infectados, aplicación de Pencycuron sobre suelo contaminado y semilla sana (SuC x SemS x F3) y sobre suelo sano y semilla infectada (SuS x SemC x F3) con 2.23% y 3.87%; tratamiento con biopreparado C7 sobre suelo sano y semilla contaminada (SuS x SemC x F5) y sobre suelo contaminado y semilla infectada (SuC x SemC x F5) con 2.47% y 3% respectivamente.

Tabla 6. Efectividad del uso de tres fungicidas y dos biopreparados en el control de la rhizoctoniasis bajo condiciones de invernadero. Mucuchies-Mérida. 1999.

Tratamientos	Plantas infectadas (%)	Tubérculos infectados (%)
SuC x SemS x F2 (T20)	46,67 a	29.17 abcd
SuSxSemxF4(T10)	40,00 ab	23.60 bcde
SuCxSemSxF2(T14)	33,33 abc	9.47 def
SuCxSemCxF0(T18)	33,33 abc	20.67 bcde
SuCxSemSxF5(T17)	30,00 bcd	22.30 bcde
SuS x SemC x FO (T6)	23,33 bcd	22.37 bcde
SuS x SemC x F1 (T7)	23,33 bcd	32.40 abc
SuC x SemS xF1 (T13)	23,33 bcd	33.40 ab
SuC x SemC xF1 (T19)	23,33 bcd	18.00 bcdef
SuS x SemC xF5(T11)	20,00 bcde	2.47 ef
SuCcSemxFO(T12)	20,00 bcde	5.40 bcdef
SuS x SemC x F2 (T8)	20,00 bcde	49.10 a
SuC x SemC xF3(T21)	16,67 cde	12.83 bcdef
SuC x SemC x F5 (T23)	13,33 cde	3.00 ef
SuCxSemSxF3(T15)	6,67 de	2.23 ef
SuCxSemSxF4(T16)	6,67 de	0 f
SuS x SemC x F3 (T9)	6,67 de	3.87 ef
SuS x SemS x F4 (T4)	0 e	0 f
SuS x SemS x F3 (T3)	0 e	0 f
SuS x SemS x F2 (T2)	0 e	0 f
SuS x SemS x FO (T0)	0 e	0 f
SuS x SemS xF1 (T1)	0 e	0 f
SuC x SemC x F4 (T22)	0 e	0 f
SuS x SemS x F5 (T5)	0 e	0 f

SuS = Suelo Sano; SemS = Semilla Sana; SuC = Suelo Contaminado; SemC Semilla contaminada. FO = Testigo, sin tratamiento; F1 = Carboxin + Tiram; F2 Mancozeb; F3 = Pencycuron; F4 = Biopreparado (C5); F5 = Biopreparado (C7).

Los promedios de cada columna que tienen una letra en común no difieren entre sí, según la prueba de LDS ($P < 0,05$). En cuanto a porcentaje de plantas enfermas, el tratamiento a base de Carboxin + Thiram (SuS x SemC x F1, SuC x SemS x F1, SuC x SemC x F1) tuvo un comportamiento igual que los testigos enfermos (SuC x SemC x FO, SuS x SemC x FO, SuC x SemS x FO). Mientras que los tratamientos que tuvieron un mejor comportamiento fueron: aplicación de biopreparado C5 (SuC x SemC x F4, SuS x SemS x F4) logrando disminuir este porcentaje entre 0% y 6.67% respectivamente; aplicación de Pencycuron (SuC x SemS x F3, SuS x SemC x F3) con 6.67% y la aplicación del biopreparado C7 (SuC x SemC x F5) con 13.33%.

Estos resultados muestran la potencialidad del uso de los aislamientos autóctonos del hongo antagonista *T. harzianum* para el control de *R. solani*.

Alternativas de control bajo condiciones de campo

El análisis de variancia reportó diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables evaluadas.

La Tabla 7 muestra que todos los tratamientos tuvieron un buen comportamiento en relación a los testigos (siembra de semilla sana y siembra de semilla contaminada sin tratar), formaron un grupo aparte en relación a los demás. Mientras que para porcentaje de plantas infectadas tuvo mejor comportamiento el biopreparado C7 con 0% de plantas sintomáticas; aunque no existen diferencias estadísticas significativas. Este mismo tratamiento, en cuanto a porcentaje de tubérculos infectados, logró mantener valores bajos de infectación entre 26.40% y 31.47% cuando se sembró semilla sana y contaminada, respectivamente.

En cuanto al porcentaje de tubérculos descartados se observa que los tratamientos que mostraron mejor comportamiento fueron los biopreparados, tanto el autóctono como el introducido. Estando este en un mínimo de 5.17% para cuando se aplicó biopreparado C5 y se usó semilla contaminada (SemC x F2) en relación a los testigos los cuales estuvieron en 10.12% (SemC x FO) y 17.28% (SemS x FO) usando semilla contaminada y sana y ubicándose en el mismo grupo.

En cuanto a rendimiento, las parcelas tratadas con los biopreparados C5 Y C7, mostraron un mejor comportamiento siendo superior el tratamiento a base de biopreparado C5 con 44,590 Kg./ha estimado y 40,078 Kg./ha, cuando se sembró semilla contaminada y sana. Esto seguido del tratamiento a base del biopreparado C7 con 38,255 Kg./ha y 34,336 Kg./ha cuando se sembró semilla contaminada y sana respectivamente.

En la Figura 5, se muestran los niveles de intensidad de daño en tubérculos infectados por *R. solani*. Se observa que con los tratamientos a base de Pencycuron y biopreparado, los tubérculos afectados presentaron niveles bajos de intensidad de daño. En estos tratamientos, sólo un menor porcentaje de tubérculos tuvo daños en alto grado, estando los menores

valores en el tratamiento a base del biopreparado C7 con 0.80% y 1.62%, en relación a los testigos, en los cuales se encontró entre 7.42% y 9.80% de tubérculos con un alto nivel de infección, para cuando se uso semilla infectada y sana respectivamente.

Tabla 7. Efectividad del uso de un funguicida y tres biopreparados en el control de rhizoctoniasis de la papa bajo condiciones de campo. Mucuchíes Mérida 1999.

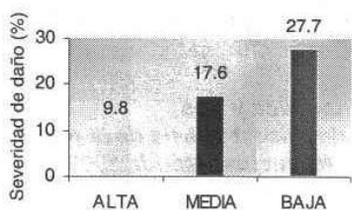
Tratamiento	Plantas Infectadas (%)	Tubérculos Infectados (%)	Rendimientos Estimados Kg/ha	Descarte (%)
SemC X F0 (T5)	27.22 a	52.38 a	3.828 cd	10.12 ab
SemS X F0 (T0)	27.11 a	55.10 ab	14.479 d	17.28 a
SemS X F1 (T1)	11.11 b	26.72 cd	19.833 d	9.69 ab
SemC X F1 (T6)	10.00 bc	20.13 abcd	32.619 bcd	8.06 ab
SemS X F4 (T4)	9.30 bc	41.03 abcd	23.184 cd	10.33 ab
SemC X F4 (T9)	9.28 bc	53.48 ab	29.987 d	7.33 b
SemS X F2 (T2)	6.67 bc	33.09 bcd	40.078 ab	5.97 b
SemC X F2 (T7)	2.22 c	52.64 ab	44.590 a	5.17 b
SemC X F3 (T8)	1.11 bc	31.47 bcd	38.255 abc	6.18 b
SemS X F3 (T3)	0 c	26.40 d	34.336 bc	6.71 b

SemC = Semilla Contaminada; SemS = Semilla Sana; FO = Testigo, sin tratamiento; F1 = Pencycuron; F2 = Biopreparado C5; F3 = Biopreparado C7; F4 = Natibiol.

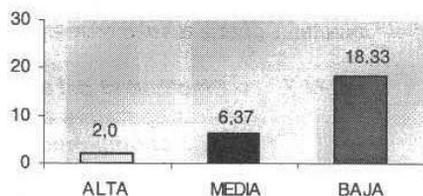
Los promedios de cada columna que tienen una letra en común no difieren entre sí, según la prueba de LDS ($P < 0,05$).

El hongo *T. harzianum* tuvo mejor actuación cuando se aplicó sobre semilla contaminada, esto se explica porque los esclerocios de *Rhizoctonia* le sirvieron de alimento para sobrevivir y multiplicarse durante el desarrollo del ciclo de la planta.

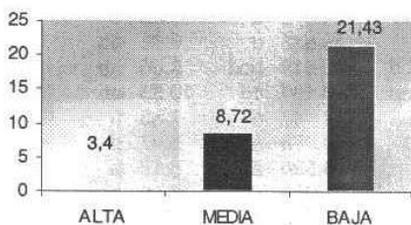
Los resultados permiten inferir que el antagonista *T. harzianum* ejerce un buen control de *R. solani* bajo condiciones de campo, protegiendo al cultivo de la enfermedad. Este antagonista puede ser usado como un componente alternativo de biocontrol dentro del manejo integrado de la rhizoctoniasis de la papa.



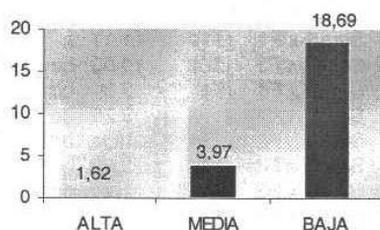
A. Sin tratar



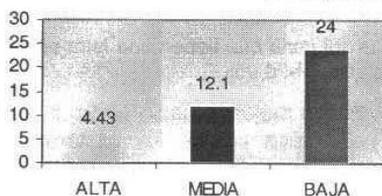
B. Tratamiento con Pencycuron



C. Tratamiento con C5



D. Tratamiento con C7



E. Tratamiento con Natibiol

Figura 5. Niveles de severidad de daño ocasionado por *Rhizoctonia solani* en tubérculos.

Conclusiones

- *Rhizoctonia solani* representa un factor limitante importante en la producción de tubérculos de papa en el estado Mérida en Venezuela, debido a que se ha venido distribuyendo en todas las zonas productoras de importancia, encontrándose incidencias desde 5 hasta 60%; siendo el municipio Rangel el más altamente afectado.
- La semilla informal de papa producida en la zona es una fuente importante de diseminación de la enfermedad debido a que el 76% de ésta posee considerables niveles de infección, desde 0 hasta 34%.
- Los biopreparados a base de aislamientos autóctonos de *T. harzianum* representan una alternativa eficiente y menos contaminante para el control de la rhizoctoniasis de la papa.

Referencias Bibliográficas

1. Calderón, C., E.N. Fernández Northcote. 1996. Como reconocer y evitar la Rizoctoniasis en el cultivo de la papa. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA. Programa de Investigación de la Papa (PROINPA). Fitopatología Ficha Técnica No. 6.
2. Cardoso, J., E. Echandi. 1987. Biological control of Rhizoctonia root rot of snap bean with binucleate Rhizoctonia-like fungi. Plant Dis. 71:167-170.
3. Elad, Y., Y. Hadar, E. Hadar, I. Chet, Y. Henis. 1981. Biological control of *Rhizoctonia solani* by *Trichoderma harzianum* in carnation. Plant Disease. 65:675-677.
4. Escande, A. 1991. Eficacia de especies binucleadas de Rhizoctonia para el control biológico de enfermedades de papa. Informe del Plan de trabajo de actividades priorizada 03: 0127 INTA, EEA, Balcarce (Argentina). 9 p.
5. Escande, A., E. Echandi. 1991. Protection of potato from *Rhizoctonia* canker with binucleate *Rhizoctonia* spp. Plant Pathol. 40:197-202.
6. Escande A. 1993. Eficacia de especies de Rhizoctonia y del Sulfato de Calcio para el control del cancro. En: Memorias del Seminario Taller sobre Control Integrado de las Principales Enfermedades Fungosas de la Papa. 4-6 Octubre Bella Vista, Uruguay, pp. 59-64.
7. Harman, G.E., I. Chet, R. Baker. 1980. *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp. and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology. 10: 1167-1172.

8. García, R., A. García, C. Garnica. 1999. ¡Cuidado con la rizoctoniasis de la papa!. Diario Frontera. Página Agropecuaria 5-C. Mérida 3 de enero.
9. Lewis, J., G. Papavizas. 1991. Biocontrol of cotton damping-off caused by *Rhizoctonia solani* in the field with formulations of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens*. Crop Protection 10: 396-402.
10. Papavizas, G., R. Lumsden. 1980. Biological Control of Soilborne fungal propagules. Ann.Rev. Phytopathol. 18: 389-413.
11. Strashnow, Y., Y. Elad, A. Sivan; I. Chet. 1985. Integrated control of *Rhizoctonia solani* by metil bromide and *Trichoderma harzianum*. Plant Pathology. 34: 146-51-
12. Sandoval, LL, M. López, D. García, I. Mendoza. 1995. *Trichoderma harzianum* (cepa A 34): Un biopreparado de amplio espectro para micopatologías del tomate y del pimiento. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal de La Habana, Cuba. Boletín Técnico. No. 3.
13. Windham, M; T, Y. Elad, R. Baker, R. 1986. A mechanism for increase plant growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopathology. 76:518-5