

Hongos patógenos del cormo de apio (*Arracacia xanthorrhiza*) en Puerto Rico¹

Evelyn Rosa-Márquez², Lydia I. Rivera³, Carlos E. Ortiz⁴
y Arcángel Rodríguez⁵

J. Agric. Univ. P.R. 84(1-2):53-64 (2000)

RESUMEN

Phytophthora palmivora, *Rhizoctonia* sp. y dos aislados de *Fusarium* spp. fueron identificados y asociados a la pudrición del cormo del apio (*Arracacia xanthorrhiza*) en pruebas de patogenicidad realizadas en el laboratorio e invernadero. En las pruebas de laboratorio todos los hongos resultaron ser patogénicos al cormo. En las pruebas de invernadero todos los hongos causaron lesiones en el cormo. Se observaron tres tipos de lesiones principales: raíces completamente necrotizadas; raíces necrotizadas y una lesión en la parte interna del cormo de apariencia seca y firme; y lesiones húmedas de diferentes tonalidades. El porcentaje mayor de cormos afectados se observó en las inoculaciones con *P. palmivora* en combinación con *Rhizoctonia* sp. El daño más severo se observó en los cormos inoculados con *P. palmivora* solo y en combinación con *Rhizoctonia* sp. Se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar la eficacia de los fungicidas metalaxyl, etridiazole thiophanate-methyl, y fosetyl-al contra los hongos aislados en dosis de 5 hasta 200 mg ia/kg. Etridiazole thiophanate-methyl controló el crecimiento de todos los hongos asociados a la pudrición del apio. El crecimiento de *P. palmivora* fue inhibido completamente por metalaxyl en todas las dosis y por etridiazole thiophanate-methyl en dosis de 20 mg ia/kg o más.

ABSTRACT

Fungi pathogenic to the corm of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) in Puerto Rico

Phytophthora palmivora, *Rhizoctonia* sp. and two isolates of *Fusarium* spp. were identified and associated with the arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) corm rot in pathogenicity tests conducted in vitro and in vivo. In vitro tests revealed that these fungi were pathogenic to the corm. Fungi caused lesions to the corm under greenhouse conditions. Three major symptoms were observed: necrotized roots; necrotized roots with a dry, brown, hard injury to the internal corm tissue; and wet lesions with brown shades. The highest incidence of affected corms occurred with *P. palmivora* in combination with *Rhizoctonia* sp., and the lowest was observed in corms inoculated with *Rhizoctonia* sp. alone. The most severe symptoms were caused by *P.*

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 6 de octubre de 1999.

²Fitopatóloga Auxiliar, Estación Experimental Agrícola, Departamento de Protección de Cultivos, Universidad de Puerto Rico, P.O. Box 21360, San Juan, PR 00928.

³Catedrática Asociada, Departamento de Protección de Cultivos.

⁴Fitomejorador Asociado, Departamento de Agronomía y Suelos.

⁵Investigador Asociado, Departamento de Protección de Cultivos.

palmivora alone and in combination with *Rhizoctonia* sp. In vitro tests were conducted to evaluate the efficacy of metalaxyl, etridiazole thiophanate-methyl, and fosetyl-al against the isolated fungi at doses of 5 to 200 mg ai/kg. Among the fungicides tested, etridiazole thiophanate-methyl was effective against all fungi associated with corm rot. Micelial growth of *P. palmivora* was completely inhibited with metalaxyl at all doses and by etridiazole thiophanate-methyl with doses of 20 or more mg ai/kg.

Key words: *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, arracacha

INTRODUCCION

El apio, *Arracacia xanthorrhiza*, se cultiva en la región central montañosa de Puerto Rico. Los agricultores identifican la pudrición del cormo como la enfermedad más limitante para la producción comercial del cultivo. Esta enfermedad, que se caracteriza por la pudrición blanda del cormo, también afecta los hijuelos. En muestras traídas del campo al laboratorio, se observó necrosis vascular en hijuelos aparentemente sanos a los cuales se le hicieron cortes longitudinales. También se observó clorosis en el follaje y en algunos casos éste estaba completamente seco manifestando etapas avanzadas de la enfermedad. Los síntomas de pudrición blanda se observaron en las raíces y en el cormo. En cortes transversales de cormos enfermos se observó necrosis en el sistema vascular y tejidos adyacentes dando la impresión de un anillo necrótico, teniendo el cormo una apariencia húmeda. Santos et al. (1991) y Stradiotto (1995) reportaron a *Sclerotium rolfsii* afectando las raíces tuberosas del apio, mientras que Díaz Polanco y Camino (1976) identificaron a *Fusarium solani* como el causante de la pudrición de las raíces tuberosas. En muestras evaluadas en 1987 en la Clínica de Diagnóstico de la Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico (UPR), se aislaron *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* spp. en cormos que mostraban pudrición (A. Rodríguez-Marcano, Estación Experimental Agrícola, UPR, comunicación personal). Sin embargo, previo a este estudio no se había realizado ninguna investigación que evidenciara la asociación de estos hongos con la enfermedad en Puerto Rico. Este estudio tuvo como objetivos identificar los hongos asociados a la pudrición del cormo del apio; evaluar la patogenicidad de los hongos mediante ensayos de laboratorio e invernadero; y evaluar in vitro fungicidas, para determinar su eficacia contra los hongos asociados a la enfermedad.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento e identificación de patógenos

Se tomaron muestras de cormos con síntomas de la enfermedad en una finca privada en Barranquitas y en la Estación Experimental Agrícola en Adjuntas. Los cormos se lavaron con agua para remover los

residuos de suelo. Se cortaron pedazos pequeños del margen de las lesiones y se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 10% (Cloro, 5.25% ia) por tres minutos. Los pedazos se colocaron en placas Petri con agar de papa y dextrosa (APD). Se inocularon 10 placas por cada área de tejido seleccionado y se incubaron por siete días a 27° C. Las colonias de hongos que se obtuvieron fueron purificadas en APD y agar de agua (AA) para el desarrollo de colonias y estructuras de reproducción. Los aislados se identificaron tomando como base la morfología de las estructuras de reproducción, la morfología y el color de las colonias (Barnett and Hunter, 1987; Booth, 1971; Nelson et al., 1983). El aislado de *Phytophthora* sp. fue identificado por el Laboratorio CABI Bioscience⁶ en Inglaterra. Las colonias de hongos obtenidas se preservaron en aceite mineral, agua estéril y en placas Petri con APD.

Pruebas de patogenicidad in vitro

Para las pruebas de patogenicidad se utilizaron cormos de apios cuyas edades fluctuaban entre siete a diez meses después de la siembra. Los cormos se lavaron meticulosamente para eliminar los residuos de suelo y se desinfectaron con etanol al 70% seguido de hipoclorito de sodio (Cloro, 5.25% ia) al 10% por 3 min. Se colocaron en papel toalla estéril para absorber el exceso de la solución y una vez secos se trataron con etanol al 95%. Se realizaron cinco incisiones, con una aguja flameada, en la corteza del cormo. Luego, se inocularon con un disco de 6 mm de diámetro proveniente de colonias de siete días de crecimiento de los hongos aislados. Cada cormo se colocó sobre una placa Petri estéril dentro de una cámara húmeda, a temperatura ambiente. El control se inoculó con un disco de APD solamente. Se usó un diseño completamente al azar con cuatro replicaciones. Las replicaciones consistieron en evaluaciones a los 3, 6, 9 y 12 días después de la inoculación. Se realizaron cortes longitudinales para observar la presencia de síntomas y medir la lesión. Luego, se realizaron cortes del tejido que mostraba lesiones y se transfirieron tres pedazos de tejido infectado a placas Petri con APD y medio selectivo. A los siete días de la incubación se identificaron los hongos utilizando laminillas con lactofenol.

Pruebas de patogenicidad in vivo

Se realizó una prueba de patogenicidad en el invernadero para determinar el daño individual y combinado de los hongos asociados al cormo

⁶La mención de este laboratorio no representa patrocinio alguno de la Estación Experimental Agrícola ni de la Universidad de Puerto Rico y sólo se usa para proveer información específica.

del apio. Para obtener las plantas se sembró un predio de apio en la Estación Experimental Agrícola en Adjuntas. Las plantas se removieron del suelo a los siete meses después de la siembra. Se seleccionaron plantas sin síntomas visuales de la enfermedad, las cuales se trasplantaron a un suelo Humatas (Typic Haplohumults) previamente esterilizado. El suelo utilizado en el experimento tenía un pH de 4.51 y 1.46% de materia orgánica. Antes del trasplante los cormos se lavaron y desinfectaron siguiendo el procedimiento descrito anteriormente para las pruebas *in vitro*. Las plantas se mantuvieron un mes en el invernadero antes de ser inoculadas. Los hongos fueron cultivados en APD. Para aumentar el inóculo se utilizó arroz como sustrato, modificando el método descrito por Vicente et al. (1989). Antes de la inoculación, se examinaron muestras seleccionadas al azar del sustrato colonizado para asegurar la viabilidad del inóculo. Se inocularon los hongos individualmente y en combinación. En los tratamientos donde se evaluó un solo hongo se utilizaron 24 g del sustrato colonizado. En las inoculaciones combinadas, el sustrato colonizado por cada hongo se añadió en proporciones iguales hasta un total de 24 g. El inóculo se incorporó al suelo a 2.5 cm de profundidad alrededor de la planta. Para el control se incorporaron 24 g de sustrato estéril. Los cormos se evaluaron a los 10, 13, 16 y 22 días siguiendo el procedimiento descrito para las pruebas de laboratorio. Se realizaron aislamientos de los cormos que presentaban lesiones y se identificaron las colonias de hongos que se desarrollaron. Se determinó la incidencia y severidad de la enfermedad en los cormos afectados. La incidencia se calculó como el porcentaje de las plantas afectadas. La severidad se determinó calculando el promedio del diámetro de la lesión causada por los hongos inoculados individualmente o en combinación.

Pruebas de fungicidas in vitro

Se realizaron pruebas de laboratorio con los fungicidas metalaxyl, etridiazole-thiophanate-methyl, y fosetyl-al para determinar su efecto en la inhibición del crecimiento de los hongos patógenos. Estos fungicidas se evaluaron a dosis de 5, 20, 50, 100 y 200 mg ia/kg. En la prueba se incluyó un control que fue inoculado con un disco de los respectivos hongos en APD sin fungicida. Para las evaluaciones del crecimiento de los hongos se utilizó el método descrito por Sinclair (1970). El medio enmendado, con las respectivas dosis del fungicida, se inoculó con los hongos y se colocó en una incubadora a 27° C. Se midió el crecimiento radial de la colonia a las 72 y 120 h luego de la inoculación. Los discos en los tratamientos donde no hubo crecimiento fueron transferidos a APD sin fungicida para determinar si el producto utilizado posee propiedades fungicidas o fungistáticas. Se utilizó un diseño experimental

aleatorizado con cinco repeticiones. Para las comparaciones entre dosis se utilizó la prueba estadística de diferencia mínima significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSION

Identificación y caracterización de los hongos asociados al cormo

Se identificó un aislado de *Phytophthora* sp. que más tarde fue confirmado como *Phytophthora palmivora* (IMI 380410). Los demás hongos se identificaron hasta el género. *Rhizoctonia* sp. y dos aislados de *Fusarium* spp. (uno amarillo y otro púrpura) también se identificaron y asociaron a la pudrición del cormo. *Phytophthora palmivora* se aisló en un 63% de las muestras procesadas. El aislado amarillo de *Fusarium* spp. se aisló en un 43%, mientras que el aislado púrpura en un 27%. *Rhizoctonia* sp. se aisló en un 33%. *Nigrospora* sp. y una bacteria color crema se aislaron en un 2% de las muestras.

Pruebas de patogenicidad in vitro

Todos los hongos, excepto *Nigrospora* sp., resultaron ser patogénicos al cormo del apio. Las lesiones producidas por *Rhizoctonia* sp. se limitaron mayormente a la corteza y se observó crecimiento micelial circundante al disco de inoculación y una leve depresión produciendo una lesión cortical de apariencia seca. En los cormos inoculados con *P. palmivora* los síntomas inducidos fueron más severos. Se observó el tejido interno completamente necrotizado con apariencia húmeda y con diferentes tonos de color marrón. En los cormos inoculados con el aislado amarillo de *Fusarium* spp. se observó una lesión marrón. Esta lesión, que era de apariencia seca y granulosa, invadía el cormo. Cuando las inoculaciones fueron con *Fusarium* spp. púrpura se observó una lesión marrón oscura delimitada alrededor del área de inoculación. En el grupo control no se observaron síntomas.

Pruebas de patogenicidad in vivo

Los hongos inoculados fueron reaislados de las lesiones observadas en el invernadero. En las pruebas realizadas en el invernadero básicamente se observaron tres tipos generales de síntomas: raíces completamente necrotizadas, asociado a las inoculaciones con *Rhizoctonia* sp; raíces necrotizadas mostrando en la base del cormo una lesión de apariencia seca, firme y marrón, asociado a las inoculaciones con los dos aislados de *Fusarium* spp. individuales o en combinación con *Rhizoctonia* sp.; una lesión de apariencia húmeda predominante, en ocasiones con pudrición blanda y diferentes tonalidades que invadía la mayor parte del cormo, asociado a las inoculaciones con *Phytophthora*

o en combinación con los otros hongos. También se observó amarillez en el follaje, que en etapas de pudrición severa se secaba por completo.

Incidencia de los cormos afectados

En los tratamientos individuales el mayor número de cormos afectados (42%) se obtuvo con aquellos inoculados con *Fusarium* spp., aislado amarillo, mientras que el menor número lo produjo *Rhizoctonia* sp. (8.3%). Las lesiones producidas por *Fusarium* sp., aislado amarillo, fueron de apariencia seca y firme, de color marrón, localizadas en el extremo del cormo donde se desarrollan las raíces. Las raíces mostraban necrosis en el área de la lesión. En las plantas inoculadas con *Rhizoctonia* sp. se observó una lesión marrón localizada en el área cortical y en la base del cormo (Figura 1A). Esta sintomatología es típica de *Rhizoctonia* sp. según Dodman y Flentje (1970), quienes establecen que en ocasiones el ataque de este hongo en plantas adultas se limita al tejido cortical. El porcentaje mayor de raíces afectadas se observó cuando se inoculó con este hongo (50%).

De los organismos inoculados en pareja, el tratamiento que incluyó a *Rhizoctonia* sp. + *P. palmivora* presentó el mayor número de cormos afectados (75%). Los síntomas observados fueron necrosis del cormo e invasión interna que penetraba principalmente por los hijuelos causando pudrición blanda. Además, se observó necrosis en el sistema vascular y tejidos adyacentes, y amarillez en el follaje (Figura 1B). El 33% de las raíces mostró necrosis. La combinación de *Fusarium* sp., aislado púrpura, y *Rhizoctonia* sp. fue la que menos cormos afectó (17%); mientras que se observó necrosis en un 25% de las raíces y en la corteza del cormo. También, en la parte del cormo donde se desarrollan las raíces, se observó una lesión marrón que afectaba el tejido vascular. En las inoculaciones con los cuatro hongos simultáneamente se obtuvo un 67% de cormos afectados. En este tratamiento se observaron todos los síntomas descritos anteriormente, predominando la pudrición blanda en los hijuelos por los cuales el cormo era invadido y la apariencia húmeda en el cormo con diferentes tonalidades de marrón. Se observó clorosis del follaje en los hijuelos afectados y si la pudrición era severa el follaje estaba completamente seco. El 17% de los cormos mostró necrosis en las raíces. En el tratamiento control no se observó el desarrollo de lesiones.

Severidad de la enfermedad en los cormos afectados

Hubo alta variación en términos de severidad en los cormos. Este resultado se debió a que las evaluaciones se realizaron en fechas consecutivas y el tamaño de los cormos no era uniforme, lo que añadía más variación. Los cormos inoculados individualmente con *P. palmi-*



FIGURA 1A. Raíces de apio completamente necrotizadas (flechas) y daño en la base del corno por la inoculación de *Rhizoctonia* sp. en condiciones de invernadero.



FIGURA 1B. Invasión por los hijuelos, causando pudrición blanda y amarillez del follaje del apio, ocasionado por la combinación de *Phytophthora palmivora* y *Rhizoctonia* sp.

vora presentaron una severidad más alta produciendo una lesión promedio de 275 cm² de diámetro (rango de 4.5 a 950 cm²). La severidad más baja se observó en los cormos inoculados individualmente con *Rhizoctonia* sp., donde la lesión fue de 1.33 cm². De las inoculaciones en combinación, la severidad mayor (236 cm²) se observó en el tratamiento que incluyó a *P. palmivora* y *Rhizoctonia* sp. (rango de 4 a 680 cm²). Especies de *Rhizoctonia* y *Phytophthora* se asocian a enfermedades de las raíces y cormos en cultivos como la papa y la zanahoria (Agrios, 1988) y la yautía (Estación Experimental Agrícola, 1997). El tratamiento que menos severidad mostró fue el que incluyó los dos aislados de *Fusarium* sp. (20.4 cm²) con un rango de 4 a 60 cm².

Los resultados indican que el mayor número de cormos afectados en las inoculaciones individuales fueron aquellos que incluían a *Fusarium* spp., aislado amarillo. Los síntomas producidos por éstos difieren dramáticamente de los síntomas observados en el campo. Los cormos inoculados con *P. palmivora* presentaron los síntomas más severos y semejantes a los observados en el campo. Se observó el tejido necrotizado, húmedo y en ocasiones blando, especialmente en los hijuelos. *Phytophthora* sp. se caracteriza por causar pudriciones en las raíces y en ocasiones las plantas afectadas muestran síntomas de sequía e inanición. Esta condición debilita las plantas haciéndolas más susceptibles a otros patógenos u agentes, a los que erróneamente se le puede atribuir la muerte de la planta. El ataque por *Rhizoctonia* sp. fue menos severo en el cormo, sin embargo, en combinación con *P. palmivora* los síntomas del cormo fueron severos, afectando el mayor número de cormos. Especies de *Rhizoctonia* han sido asociadas a otros hongos patogénicos en ciertas enfermedades de raíces (Bateman, 1970; Dodman y Flentje, 1970), mientras *Phytophthora* sp. se caracteriza por la maceración de tejidos. Una de las formas de interacción es debido a las enzimas pécticas que degradan más rápido los tejidos del hospedero facilitando la invasión. *Rhizoctonia* sp. también puede degradar el tejido o debilitar el huésped facilitando que otros patógenos u organismos secundarios lo invadan.

Pruebas de fungicidas in vitro

En las placas control de todos los hongos se observó crecimiento micelial rápido y profuso. Por el contrario, en placas donde se aplicó el fungicida con efectividad contra el hongo el crecimiento fue más lento o no hubo crecimiento. Fosetyl-al redujo significativamente el crecimiento de *Rhizoctonia* sp. cuando se usó la dosis de 100 mg ia/kg a las 72 h comparada con la dosis de 5 mg ia/kg (Cuadro 1). Sin embargo, a las 120 h no hubo diferencia en el crecimiento radial entre las dosis

CUADRO 1.—Crecimiento radial de *Rhizoctonia* sp. luego de 72 y 120 horas de incubación en medio de cultivo de agar de papa y dextrosa enmendado con tres fungicidas.

Dosis	Fungicidas					
	Fosetyl-al		Metalaxyl		ETM ¹	
	72	120	72	120	72	120
mg ia/kg	----- mm-----					
5	76.4	85.0	76.8	85.0	71.8	85.0
20	71.2	85.0	76.8	85.0	16.0	16.4
50	71.4	85.0	77.0	85.0	0.0	0.0 ³
100	65.2	85.0	76.4	85.0	0.0	0.0 ³
200	66.0	85.0	71.2	85.0	0.0	0.0 ³
DMS ²	7.4	NS	2.7	NS	1.6	0.6

¹ETM = Etridiazole thiophanate methyl.

²DMS = Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$.

³Efecto fungistático.

evaluadas. El crecimiento de *Rhizoctonia* sp. también se redujo significativamente con 200 mg ia/kg del fungicida metalaxyl 72 h después de la inoculación. Al igual que fosetyl-al, 120 h después de inoculado no se observó inhibición en el crecimiento del hongo. Etridiazole thiophanate-methyl (ETM) a la dosis de 20 mg ia/kg redujo significativamente el crecimiento radial de *Rhizoctonia* sp. y lo inhibió a partir de 50 mg ia/kg a las 72 h de incubación. Este producto mostró ser fungistático en las condiciones y dosis en que se evaluó.

El fungicida fosetyl-al no causó reducción significativa en el crecimiento radial de *P. palmivora* (Cuadro 2). A las 120 h de incubación, sólo con la dosis de 200 mg ia/kg el crecimiento radial fue significativamente menor al obtenido con 5 y 20 mg ia/kg. Ware (1994) indica que este fungicida es efectivo contra las enfermedades causadas por Oomicetos, tales como *P. palmivora*. Sin embargo, en este estudio no se reflejó este resultado. Fosetyl-al posee poca actividad in vitro según ha sido reportado por Schwinn (1983). El crecimiento radial de *P. palmivora* fue inhibido completamente por metalaxyl en todas las dosis evaluadas. Se ha comprobado que metalaxyl es efectivo contra *Phytophthora* spp. (Erwin y Ribeiro, 1996; Ware, 1994; Farih et al., 1981). Indistintamente del tiempo en incubación, etridiazole thiophanate-methyl inhibió el crecimiento radial de *P. palmivora* cuando se usó la dosis de 20 mg ia/kg, y tuvo un efecto fungicida desde la dosis de 50 mg ia/kg.

Fosetyl-al redujo significativamente el crecimiento radial de *Fusarium* sp., aislado amarillo, cuando se usó 50 mg ia/kg, luego de 72 h de

CUADRO 2.—Crecimiento radial de *P. palmivora* luego de 72 y 120 horas de incubación en medio de cultivo de agar de papa y dextrosa enmendado con tres fungicidas.

Dosis	Fungicidas					
	Fosetyl-al		Metalaxyl		ETM ¹	
	72	120	72	120	72	120
mg ia/kg	----- mm-----					
5	29.4	42.0	0.0	0.0	5.2	13.6
20	31.8	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0 ³
50	29.8	40.2	0.0	0.0	0.0	0.0
100	30.2	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0
200	27.6	37.8	0.0	0.0	0.0	0.0
DMS ²	NS	3.1	NS	NS	2.8	1.2

¹ETM = Etridiazole thiophanate methyl.²DMS = Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$.³Efecto fungistático.

incubación (Cuadro 3). El crecimiento radial se redujo significativamente usando 20 y 50 mg ia/kg, 120 h después de la inoculación. Metalaxyl redujo el crecimiento radial del hongo a 200 mg ia/kg, después de 72 h. A las 120 h no hubo diferencias significativas entre las dosis evaluadas. Etridiazole thiophanate-methyl redujo significativa-

CUADRO 3.—Crecimiento radial de *Fusarium spp.*, aislado amarillo, luego de 72 y 120 horas de incubación en medio de cultivo de agar de papa y dextrosa enmendado con tres fungicidas.

Dosis	Fungicidas					
	Fosetyl-al		Metalaxyl		ETM ¹	
	72	120	72	120	72	120
mg ia/kg	----- mm-----					
5	25.8	49.0	27.8	48.8	25.8	43.0
20	25.0	42.6	28.8	47.8	17.0	23.4
50	23.0	35.8	28.0	47.6	13.4	19.8
100	20.6	39.0	26.6	44.8	11.6	16.4
200	21.2	39.2	25.4	44.8	3.2	11.6
DMS ²	2.4	3.9	2.3	NS	2.6	2.2

¹ETM = Etridiazole thiophanate methyl.²DMS = Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$.

mente el crecimiento radial de este hongo con 20 mg ia/kg del producto a las 72 y 120 h de incubación.

Fosetyl-al redujo significativamente el crecimiento radial de *Fusarium* sp., aislado púrpura, a la dosis de 200 mg ia/kg, a las 72 y 120 h (Cuadro 4). Sin embargo, metalaxyl no redujo el crecimiento radial a ninguna dosis, ni a las 72 ni a las 120 h después de la incubación. Ware (1994) indica que este fungicida tiene poca o ninguna acción contra los hongos imperfectos como *Fusarium* spp. Etridiazole thiophanate-methyl redujo significativamente el crecimiento radial de este hongo a la dosis de 20 mg ia/kg, a las 72 y 120 h después de la incubación, comparado con la dosis de 5 mg ia/kg. Se inhibió completamente el crecimiento radial a las 72 h usando 200 mg ia/kg.

Los resultados indican que el fungicida etridiazole thiophanate-methyl controla el crecimiento de los hongos *P. palmivora*, *Rhizoctonia* sp. y los dos aislados de *Fusarium* spp. en condiciones in vitro, los cuales están asociados a la pudrición del cormo. Los fungicidas metalaxyl y fosetyl-al redujeron el crecimiento radial del aislado amarillo de *Fusarium* spp., pero no con la efectividad que etridiazole thiophanate-methyl. El fungicida metalaxyl controló bien el hongo *P. palmivora* en todas las dosis evaluadas. Los fungicidas etridiazole thiophanate-methyl y metalaxyl aparentan ser buenos candidatos para que se registren para uso comercial en este cultivo. Estos podrían ser utilizados en un programa de manejo integrado de esta enfermedad.

CUADRO 4.—Crecimiento radial de *Fusarium* spp., aislado púrpura, luego de 72 y 120 horas de incubación en medio de cultivo de agar de papa y dextrosa enmendado con tres fungicidas.

Dosis mg ia/kg	Fungicidas					
	Fosetyl-al		Metalaxyl		ETM ¹	
	72	120	72	120	72	120
	----- mm -----					
5	34.0	56.2	36.2	57.8	31.4	48.0
20	32.8	53.0	35.2	57.2	15.8	23.8
50	33.6	55.0	35.2	56.0	13.4	19.0
100	33.4	56.8	34.0	53.4	7.6	12.0
200	29.8	52.0	34.2	55.0	0	7.4
DMS ²	2.5	3.5	NS	NS	3.8	3.6

¹ETM = Etridiazole thiophanate methyl.

²DMS = Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05.

LITERATURA CITADA

- Agrrios, G. N., 1988. Diseases Caused by Zoosporic True Fungi (Mastigomycotina). p. 302-312. *In* Plant Pathology. Academic Press, Inc. Hartcourt Brace Jonavich, Publishers, San Diego, CA. 803 p.
- Barnett, H. L. and B. Hunter, 1987. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4th Edition. McMillan Publishing Co., NY. 218 p.
- Bateman, D. F., 1970. Pathogenesis and Disease. *In Rhizoctonia solani*, its biology and pathology. J. R. Parmeter (ed.). Berkeley Univ. of California Press. p. 161-171.
- Booth, C., 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England. 237 p.
- Departamento de Agricultura, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 1998. Ingreso bruto agrícola 1997/98. Oficina de Estadísticas Agrícolas. Santurce, PR.
- Díaz Polanco, C. y A. J. M. Camino, 1976. Una nueva forma de *Fusarium solani* patógeno del apio (*Arracacia xanthorrhiza*) en Venezuela. *Agronomía Tropical*, Maracay. Vol. 26 (4):353-358.
- Dodman, R. L. and N. T. Flentje, 1970. The Mechanism and Physiology of Plant Penetration by *Rhizoctonia solani*. *In Rhizoctonia solani*, its biology and pathology. J. R. Parmeter (ed.). Berkeley Univ. of California Press. p. 149-171.
- Erwin, D. and O. Ribeiro, 1996. Chemical control. *In Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN. p. 211-237.
- Estación Experimental Agrícola, 1997. Conjunto tecnológico para la producción de raíces y tubérculos. Universidad de Puerto Rico-Estación Experimental Agrícola. Publicación 101 (Edición Revisada).
- Farih, A., J. A. Menge, P. Tsao and H. Ohr, 1981. Metalaxyl and efosite aluminum for control of *Phytophthora* gummosis and root rot of citrus. *Plant Disease* 65:654-657.
- Nelson, P. E., T. A. Toussoun and W. F. O. Marasas, 1983. *Fusarium* species. An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press, PA. 193 p.
- Santos, F. F., J. V. Vieria, A. S. Pereira, C. A. Lopes, y J. M. Charchar, 1991. Cultivo de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Instruções Técnicas do CNP Hortaliças 10. EMBRAPA. Brazil. 8 p.
- Schwinn, F. J., 1983. New developments in chemical control of *Phytophthora*. *In Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. D. C. Erwin, S. Bartnicki-García y P. H. Tsao (eds.). p.327-334.
- Sinclair, J. B., 1970. *Rhizoctonia solani*: Special methods of study. *In Rhizoctonia solani*, its biology and pathology. J. R. Parmeter (ed.). Berkeley Univ. of California Press. p. 199-217.
- Stradiotto, M. F., 1995. Doenças dos Umbelíferas. *Inf. Agrpec. Belo Horizonte*. Vol. 17 (183):64-67.
- Vicente, N., N. Acosta y L. A. Sánchez, 1989. Sustratos de arroz (*Oriza sativa* L.) y el crecimiento del hongo biocontrolador de nematodos *Paecilomyces lilacinus*. *J. Agric. Univ. P.R.* 73(1):79
- Ware, G. W., 1994. The Pesticide Book. Thomson Publications, CA. 382 p.