

ARTICULOS GENERALES

Efectividad biológica *in vitro* de varios fungicidas frente a patógenos causantes de pudriciones radicales en yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

In Vitro biological effectiveness of several fungicides against root rots in cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

Maryluz Folgueras Montiel¹, Lidcay Herrera Isla², Sergio Rodríguez Morales¹ y Xiomara Rojas Moya¹.

1. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) Apartado 6, Santo Domingo, CP 53000, Villa Clara, Cuba, Teléfono: 53 42- 40 3102, 53 42- 40 3103.

2. Universidad Central "Masta Abreu" de Las Villas (UCLV).

E-mail: maryluz@inivit.cu

RESUMEN. En el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) durante el período de enero a marzo de 2006, se realizó un ensayo para evaluar la efectividad biológica de diversos fungicidas contra los principales hongos causantes de pudriciones radicales en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Se evaluaron ocho fungicidas (TBZ, Benomyl, Mancozeb, Zineb, Ridomil, TMTD, Oxicloruro de Cobre y Maneb) a 300, 1800 y 3500 ppm en medio envenenado de Papa Dextrosa Agar (PDA), añadido a placas de Petri de 90 mm de diámetro. Se realizaron tres réplicas por variante y como testigo se empleó el medio PDA. Los hongos patógenos estudiados fueron *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Fusarium* spp. Los resultados arrojan que *S. rolfsii* mostró susceptibilidad ante el Zineb, Mancozeb, Ridomil y TMTD, mientras que *Fusarium* spp. ante el Mancozeb y TMTD.

Palabras clave: fungicidas, pudriciones radicales, yuca

ABSTRACT. At the plant pathology laboratory from the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops (INIVIT) from January to March 2006, an assay was carried out to test the biological effectiveness of several fungicides against the main fungi causing root rot in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Eight fungicides (TBZ, Benomyl, Mancozeb, Zineb, Ridomil, TMTD, Copper oxichloride and Maneb) at 300, 1800 and 3500 ppm in culture media poisoned with Potato Dextrose Agar (PDA) added to 90 mm Petri dish. Three replications per variant were carried out, and PDA was used as control. The pathogenous fungi were *Sclerotium rolfsii* Sacc. and *Fusarium* spp. *S. rolfsii* showed susceptibility against Zineb, Mancozeb, Ridomil and TMTD, while *Fusarium* spp. was susceptible to Mancozeb and TMTD.

Key words: cassava, fungicides, root rot.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las enfermedades que afectan la yuca se encuentra la pudrición de raíces ocasionada por varios patógenos, entre los que se encuentran: *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Diplodia nataliensis*, *Cladosporium* sp., *Mucor mucedo*, *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* y *Rhizopus* sp., entre otros. (Folgueras *et al.*, 2006)

Estas pudriciones aparecen por lo general en suelos mal drenados, pesados y con alto contenido de materia orgánica. Se manifiestan más en épocas lluviosas, pues se trata de un

complejo de hongos habitantes del suelo. Tienen una fetidez característica y las raíces cuando se deterioran exudan un líquido de olor repugnante. (Folgueras y Herrera, 1999)

Dentro de las medidas para su control se encuentran, realizar una buena preparación del suelo, plantar en canteros altos y suelos apropiados, realizar rotaciones con otros cultivos, manteniendo la limpieza del terreno y el drenaje del mismo por un período no menor de seis meses, seleccionar plantas vigorosas y sanas para ser usadas como semilla, evitar el transporte de

estacas desde zonas afectadas por la enfermedad, el uso de microorganismos supresores de la enfermedad, como el antagonista *Trichoderma*, que puede aplicarse al suelo después de la plantación siempre con abundante humedad o en el tratamiento a las estacas y el tratamiento a las mismas durante cinco minutos con mezclas de fungicidas sistémicos. (Cuba, 2007)

Uset (2008) precisa que las medidas de control de las pudriciones radiculares se basan en prácticas culturales tales como selección de suelos con textura suelta, rotación de cultivos y la no utilización de suelos que se inundan. Sin embargo,

Álvarez y Llano (2002) recomiendan dentro de varias prácticas para lograr el manejo y control de la enfermedad, el empleo de semilla limpia y el tratamiento a las estacas con Ridomil a dosis de 3 g/L y además, señalan el uso de fungicidas específicos para combatir la enfermedad, dentro de los métodos de prevención y control utilizados en estos casos.

Con el objetivo de estudiar la efectividad del control químico *in vitro* de varios fungicidas en el combate de patógenos causantes de pudriciones radiculares en yuca, se realizó el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante los meses de enero-mayo de 2006 en el Laboratorio de Fitopatología del INIVIT. Se utilizó el medio de

cultivo Papa Dextrosa Agar que se envenenó a dosis de 300, 1800 y 3500 ppm con los formulados siguientes:

No.	Nombre del formulado	Ingrediente Activo	Tipo químico
1	TBZ 100	Tiabendazol	Benzimidazol
2	Benomyl PH 50	Benomilo	Benzimidazol
3	Mancozeb PH 80	Mancozeb	Ditiocarbamato
4	Zineb PH 80	Zineb	Ditiocarbamato
5	Ridomil PH 25	Metalaxyl	Acilalanina
6	TMTD PH 80	Tiram	Ditiocarbamato
7	Oxicloruro de Cobre PH 50	Oxicloruro de Cobre	Compuesto inorgánico
8	Maneb PH 80	Maneb	Ditiocarbamato

Todos se compararon con un testigo sin la adición de fungicidas.

Se prepararon tres réplicas por variante, se diluyó el fungicida en el medio de cultivo y se extendió en placas de Petri de 9 cm de diámetro. Posteriormente, se colocó en el centro de cada placa un disco de micelio de los hongos patógenos de 6 mm de diámetro, obtenidos de cepas puras aisladas en el laboratorio, de muestras de raíces de yuca afectadas.

Los patógenos estudiados fueron: *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium spp.*

La incubación se realizó a 28 °C y a partir de las 24 horas se evaluó el crecimiento micelial en cada variante hasta que las placas del testigo fueran cubiertas totalmente por el hongo. Los datos se procesaron estadísticamente mediante análisis de

varianza factorial modificado (con un testigo de referencia) y las comparaciones de medias se establecieron según el Test Student-Newman-Keuls. (AIACCES, 2010)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento micelial (cm) durante seis días del hongo patógeno *Fusarium spp.* en el medio envenenado con tres dosis de diferentes fungicidas, aparece en la Tabla 1.

Se puede observar que a las 48 horas no se manifiesta desarrollo alguno en TBZ, Benomyl, Mancozeb, TMTD, ni Maneb, solamente hubo un ligero crecimiento radial en el Zineb (0,26 cm), el Oxicloruro de Cobre (0,76 cm) y el Ridomil (1,43 cm); estos últimos con diferencias significativas en relación con los restantes. A las 72 horas continúa siendo muy limitado el crecimiento radial de

Fusarium spp., sin embargo, se observan diferencias significativas entre las dosis evaluadas, siendo 3500 ppm la mejor (0,5 cm), sin diferencias con 1800 ppm (0,73 cm). En este momento, no se observó desarrollo micelial en Mancozeb, TMTD

ni en Maneb, pero ya surge una ligera progresión en el TBZ y el Benomyl, y se incrementó el diámetro del micelio en el Zineb (0,43 cm), el Oxiclورو de Cobre (1,86 cm) y el Ridomil (2,4 cm), con diferencias significativas entre ellos.

Tabla1. Crecimiento micelial (cm) del hongo *Fusarium* spp. en medio envenenado con fungicidas

Tratamientos		Crecimiento micelial				
		48 horas	72horas	96 horas	120 horas	144 horas
Thiabendazol	300ppm	0,0 a	0,85 abc	1,4 bc	3,25 def	3,7 def
	180ppm	0,0 a	0,4 ab	0,65 ab	1,5 abcd	1,9 bc
	3500ppm	0,0 a	0,8 abc	1,3 bc	2,5 bcde	2,7 cd
Fundazol	300ppm	0,0 a	0,8 abc	1,2 ab	2,3 bcde	2,9 cd
	180ppm	0,0 a	0,7 ab	1,1 ab	1,7 abcde	2,3 bcd
	3500ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,8 ab	1,0 a
Mancozeb	300ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
	180ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
	3500ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Zineb	300ppm	0,8 bc	1,3 bcde	1,6 bcd	3,5 ef	5,0 fg
	180ppm	0,0 a	0,0 a	0,6 ab	2,7 cde	3,4 de
	3500ppm	0,0 a	0,0 a	0,4 ab	1,25 abc	1,5 bc
Ridomil	300ppm	1,3 cd	2,85 f	3,8 f	6,75 h	7,15 h
	180ppm	1,8 d	2,1 def	3,15 ef	4,6 fg	4,6 efg
	3500ppm	1,2 cd	2,25 de	2,85 def	4,75 fg	5,5 g
TMTD	300ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,0 a
	180ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,0 a
	3500ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,0 a
Oxiclورو de Cobre	300ppm	1,15 bcd	1,95 cdef	2,9 ef	6,65 h	7,15 h
	180ppm	0,5 ab	2,65 f	3,5 ef	7,15 h	8,65 i
	3500ppm	0,65 abc	1,0 abcd	2,5 def	5,6 gh	8,8 i
Maneb	300ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	2,3 abcde	3,5 de
	180ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,25 abc	1,75 bc
	3500ppm	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,0 abc	1,0ab
TESTIGO		1,6 d	2,2 ef	2,85 def	6,25 gh	9 i
ES±		0,13*	0,21*	0,23*	0,31*	0,27*
CV (%)		79,17%	55,82%	39,81%	25,77%	15,92%

A las 96 horas ocurrió un comportamiento similar al expuesto anteriormente para las 72 horas, sólo que el crecimiento del patógeno se extendió en aquellas dosis y fungicidas donde no se había reflejado control para este hongo. A las 120 horas, *Fusarium* spp. comenzó un ligero crecimiento en

el Maneb (1,51cm), mientras que el Mancozeb y el TMTD continuaron ejerciendo muy buen control de este patógeno. En el resto de los fungicidas evaluados se ampliaron los valores del crecimiento micelial, se destacaron Ridomil (5,36 cm) y Oxiclورو de Cobre (6,46 cm) como los productos

de más pobre control para este hongo, observándose diferencias significativas respecto al resto. En general, la dosis de 3 500 ppm fue la de mejor control *in vitro*, (0,86 cm) sin diferencias con 1800 ppm (1,12 cm).

A las 144 horas cuando se completó el crecimiento del hongo en el testigo, se observó que en el Mancozeb no hubo desarrollo micelial, siendo el fungicida de mejor efecto, sin diferencias estadísticas con el TMTD (1cm) en el que creció muy limitado el micelio de *Fusarium* spp. En el resto, se incrementaron los valores evaluados, que son más significativos en el Ridomil (5,75 cm) y el Oxiclóruo de Cobre (8,2 cm) por su pobre efecto sobre este patógeno. No se observaron diferencias entre las dosis de 1 800 ppm y 3 500 ppm, que sí difieren de 300 ppm.

De forma general se observó que en todas las evaluaciones de la efectividad biológica de los fungicidas frente a este patógeno, los mejores efectos se alcanzaron con Mancozeb y TMTD. Estos resultados corroboran los alcanzados por Miles y Kemmit (2005) que aseguraron que el Mancozeb es un fungicida de contacto con actividad contra un amplio rango de enfermedades fungosas de importancia económica, cuando estudiaron sus efectos en condiciones de campo en cinco zonas geográficas de Europa, como parte de un programa de manejo de plagas. Por su parte el TMTD (Cuba, 2007) está reportado como fungicida de amplio efecto en el tratamiento de semillas botánicas y en enfermedades fungosas en ajo, cebolla y en cítrico y forestales en los viveros.

Tabla 2. Crecimiento micelial (cm) del hongo *Sclerotium rolfii* en medio envenenado con fungicidas

Tratamientos		Crecimiento micelial			
		48 horas	72 horas	96 horas	120 horas
Thiabendazol	300ppm	1.7 bc	3.75 d	6.25 c	7.5 cd
	1800ppm	1.5 bc	2.5 cd	2.5 ab	2.5 ab
	3500ppm	1.5 bc	3.35 cd	4.77 bc	7.35 cd
Fundazol	300ppm	0.0 a	0.7 ab	1.75 ab	2.75 ab
	1800ppm	0.85 ab	2.0 abcd	3.0 ab	5.5 bc
	3500ppm	0.0 a	0.75 ab	3.1 ab	3.1 ab
Mancozeb	300ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	1800ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Zineb	300ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	1800ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Ridomil	300ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	1800ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
TMTD	300ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	1800ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Oxiclóruo de Cobre	300ppm	0.0 a	1.3 abc	1.7 ab	2.0 ab
	1800ppm	0.0 a	1.5 abc	1.5 ab	1.5 a
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Maneb	300ppm	1.1 b	2.6 bcd	4.6 bc	7.0 cd
	1800ppm	0.0 a	1.1 abc	2.5 ab	3.25 ab
	3500ppm	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
TESTIGO		2.7 d	3.3 cd	4.6 bc	9.0 d
ES±		0.17*	0.35*	0.56*	0.62*
CV (%)		70.43%	93.36%	86.05%	70.14%

El patógeno *Sclerotium rolfsii* completó su desarrollo en el testigo en cinco días, los resultados alcanzados con los fungicidas y dosis evaluadas aparecen en la Tabla 2. A las 48 horas no se observaron diferencias entre las tres dosis estudiadas y solamente se manifestó un ligero crecimiento micelial en el Benomyl (0,28 cm), el Maneb (0,36 cm) y el TBZ (1,56 cm), con diferencias significativas respecto al resto. A las 72 y 96 horas se reflejaron valores similares a los alcanzados en la evaluación anterior, pero se incrementó el crecimiento radial en el Benomyl (1,15 y 2,0cm), el Maneb (1,35 y 2,36 cm) y el TBZ (3,2 y 5 cm), respectivamente. Apareció un ligero desarrollo en el Oxiclouro de Cobre a dosis de 300 y 1 800 ppm (0,43 cm y 1,06 cm como promedio), respectivamente.

A las 120 horas se manifestó muy buen control con Mancozeb, Zineb, Ridomil y TMTD, sin crecimiento micelial, sin embargo, se observaron diferencias significativas con el resto de los fungicidas evaluados, siendo el Benomyl (3,8 cm), el Maneb (3,79cm) y el TBZ (5,78cm) los de peores resultados en el control *in vitro* de *S. rolfsii*. El Oxiclouro de Cobre y el Maneb a dosis de 3500 ppm pueden ser alternativas a emplear en el combate de este hongo. Las dosis de 1800 y 3 500 ppm no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

La efectividad biológica de los fungicidas evaluados frente a *S. rolfsii* arrojó que el patógeno mostró susceptibilidad ante el Zineb, Mancozeb, Ridomil y TMTD. Los resultados corroboraron los obtenidos por Sukul y Spiteiler (2000) al reconocer que el Ridomil es un fungicida con propiedades sistémicas y curativas, utilizado para controlar enfermedades en las plantas por su amplio espectro de actividad. Se conoce que el Zineb (Cuba, 2007) se emplea en nuestro país para el tratamiento de semilla de malanga (Géneros *Colocasia* y *Xanthosoma*) y yuca antes de la plantación, así como en el combate de un gran número de enfermedades en hortalizas, ornamentales, papa, plátano y otros cultivos de importancia económica.

CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados en el control químico *in vitro* de *Fusarium* spp. se lograron con el Mancozeb y el TMTD, mientras que el Oxiclouro de Cobre y el Ridomil ejercieron muy poco efecto sobre este patógeno.

2. En el control de *Sclerotium rolfsii* fueron muy efectivos: Zineb, Mancozeb, Ridomil y TMTD que no permitieron el crecimiento micelial del hongo en ninguna de las dosis evaluadas. Se encontró poco efecto con el empleo de TBZ y Benomil, sin embargo, el Oxiclouro de Cobre y el Maneb a dosis de 3500 ppm pueden resultar alternativas eficientes en el combate de este patógeno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ai Access: Training and consulting in data mining. http://www.aiaccess.net/GlosMod/e_gm_newman_keuls.htm, revisado el 2 de abril de 2010.
2. Álvarez, Elizabeth y G LLano: Enfermedades en el cultivo de la yuca y métodos de control, En : La yuca en el Tercer Milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia, 586 pp.,2002.
3. Cuba : Instructivo técnico del cultivo de la yuca., La Habana, Biblioteca ACTAF pp.15-18,2007.
4. Folgueras, Maryluz y L. Herrera: “La pudrición de las raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) causada por *Phytophthora* spp. en Cuba”, *Centro Agrícola* 27 (3): 89-91, 1999.
5. Folgueras, Maryluz; L. Herrera; S. Rodríguez; Xiomara Rojas y Miladys Jacomino: Relación de hongos patógenos y asociados a las pudriciones radiculares en yuca, XV Fórum de Ciencia y Técnica del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales, Santo Domingo, INIVIT, 2006.
6. Miles, M. y G Kemmitt: “Field studies to determine Mancozeb based spray programmes with minimal impact on predatory mites in European vine cultivation,” *Commun Agric. Appl. Biol. Sci.* 70 (4): 559-567, 2009.
7. Sukul, P. and M. Spiteiler: “Metalaxyl: persistence, degradation, metabolism and analytical methods”, *Rev. Environ. Contam. Toxicol* (164): 1-26, 2000.
8. USET, N: Producción de Mandioca y sus Usos. Secretaría de Desarrollo Económico, Ministerio de Desarrollo Social de la Nación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Montecarlo, Misiones, Argentina, 2008.

Recibido: 11/03/2009

Aceptado: 24/09/2009