

Efectividad del Fludioxonil en la desinfección de semilla de arroz contra patógenos fúngicos

Effectiveness of the Fludioxonil in the disinfection of seed of rice against pathogens fungus

Luis Pérez Vicente¹, María Pueyo Figueroa² y Michel Pérez Miranda¹

1. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura. Gaveta 634,11300, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

2 Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal. Ayuntamiento no. 231, e/ San Pedro y Lombillo, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana. Cuba.

E-mail: lperezvicente@sanidadvegetal.cu

RESUMEN. Los principales patógenos fúngicos del cultivo del arroz se transmiten eficientemente en la semilla. Se comparó la eficacia del fludioxonil a las dosis de 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 5,0 y 10,0 g ai./100 kg de semillas con el tratamiento estándar de benomyl + TMTD (150+150 g ia./100 kg de semillas) usado en Cuba para la desinfección. Se trabajó con las variedades de arroz J 104 de semilla no comercial de consumo, Reforma 28, Reforma 29 y J 104. Para cada variante se trataron 100 g de semillas en bolsas plásticas con una solución final de 10 mL y se dejaron una noche en las bolsas. Se montó un ensayo en cámara húmeda (*Blotter test*) y se incubaron a 27 °C bajo dos lámparas de luz de 40 w durante 10 días. El mejor efecto sobre la germinación de la semilla, la inhibición del crecimiento de hongos y el desarrollo de necrosis en la plúmula, se obtuvo con las dosis de 5 y 10 g ia./100 kg de semillas, los cuales mostraron ser superiores al tratamiento estándar utilizado en la práctica. A la dosis de 5 g ia. de fludioxonil, algunas especies de contaminantes de semillas como *Aspergillus spp.* y *Rhizopus spp.* no fueron completamente inhibidos. La dosis de 2,5 g de fludioxonil/100 kg de semilla e inferiores mostraron una baja eficacia. Se recomienda el uso de la dosis de 5 g y 10 g de fludioxonil/100 kg para la desinfección de semillas.

Palabras clave: Benomilo, enfermedades, hongos, Fludioxonil, desinfección de semillas de arroz.

ABSTRACT. Many of the main fungal pathogens of the rice crop are efficiently transmitted in the seeds. A study was carried out to compare the fungicide fludioxonil at the rates of 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0 and 10.0 g ai./100 kg of seeds with the standard treatment of benomyl + TMTD (150 + 150 g ai. /100 kg) used in Cuba on the disinfection of seed of the varieties: a) non commercial rice seed; b) Reforma 28; c) Reforma 29 and d) J 104. For each variant of treatment, 100 g of seeds were treated in plastic bags with a final solution of 10 mL being left overnight in the bags. The seeds were incubated in a blotter test at 27 °C under two 40w fluorescent lamps during 10 days. The best effect on seed germination, fungal growth inhibition and necrosis development in hypocotyls and plumule were obtained with the rates of 5 and 10 g ai./100 kg, which showed to be superior to the standard treatment of benomyl+TMTD in use in the practice. At the rate of 5 g ai of fludioxonil, some species of the seed contaminants *Aspergillus* and *Rhizopus* were not fully inhibited. The rate of 2.5 g of fludioxonil/100 kg and lower showed a reduced efficacy. It is recommended the use of fludioxonil at the rate of 5 and 10 g of ai./100 kg of seeds as a new alternative with lower environmental impact for the rice disinfection against fungal pathogens than the standard treatment in use.

Key words: Benomyl, diseases, fludioxonil, fungi, rice seed disinfection.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de arroz son atacadas por un gran grupo de patógenos que afectan los rendimientos y causan deterioro de la calidad del grano. Más de veintiocho especies de hongos, bacterias y nematodos se transmiten eficientemente en las semillas como

contaminantes externos superficiales o dentro de los tejidos del grano (Ou, 1985; Agarwal *et al.*, 1989; Webster y Gunnell, 1992). Muchas de estas especies no solo causan fallos de la germinación, coloraciones oscuras de raíces, mesocotilo y

coleóptilos e impiden la emergencia de las plantas del suelo (Rush, 1992), sino también enfermedades importantes durante el ciclo vegetativo y reproductivo como ocurre con *Pyricularia grisea* (Cook) Saccardo, *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kurabashi in Ito) Dresch ex Dastur, *Curvularia lunata* (Wakk.) Boedijn, *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth, *Magnaporthe salvinii* (Cattaneo) R. Krause & R.K. Webster, *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams, *Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis, *Fusarium moniliforme* (J. Sheld); *Exserohilum longirostratum* (Subram.) Sivan; *E. rostratum* (Dreschler) Leonard y Suggs y *Rhizoctonia solani* (Agarwal *et al.*, 1989; Rush, 1992; Rush y Lee, 1992; Bonman, 1992; Groth, 1992; Hollier, 1992; Lee, 1992 a y b; Pupo y Heredia, 1998; Pupo *et al.*, 1998; Neninger *et al.*, 2001).

Entre los factores reconocidos internacionalmente que han contribuido al incremento de la importancia de los patógenos del suelo y la semilla, están el incremento de la siembra directa, la uniformidad genética de la superficie plantada de arroz, los altos insumos de fertilizantes y la poca práctica del tratamiento de semillas.

Un importante grupo de hongos que causan deterioro de la sanidad, vigor y deterioro de la calidad están identificados en Cuba. (Pupo y Heredia, 1998; Pupo *et al.*, 1998; Pérez y Hernández, 1998; Sandoval, 1998). La práctica de la desinfección de semillas fue abandonada durante algunos años lo que en consecuencia dio lugar al incremento de la incidencia de diferentes patógenos fungosos que reducen el rendimiento del cultivo. (Pérez y Hernández, 1997; Pérez *et al.*, 1998; 2001; Sandoval *et al.*, 1998)

Mientras ha ocurrido un estancamiento del mercado de agroquímicos desde 1999, el mercado de productos para el tratamiento de semillas ha mantenido un crecimiento sostenido. Los estimados varían pero el mercado ha variado desde alrededor de 800 millones de dólares en el 2000, a alrededor de 1,4 mil millones en el 2005 y se ha pronosticado que esta tendencia continuará (SeedQuest, 2008). Son varios los factores que contribuyen al crecimiento del mercado de tratadores de semillas.

Estos incluyen: un mayor rango de productos altamente activos que ofrecen dosis bajas para el control de un mayor rango de patógenos y la introducción de los insecticidas sistémicos nicotinoides y los fenilpyrazoles que han extendido el control desde los insectos del suelo a las plagas chupadoras de las hojas que atacan tempranamente el cultivo. Cualquier ingrediente activo para la desinfección de semilla de arroz, debe poseer un amplio espectro de acción y eficacia contra los patógenos que se transmiten en estas y desde el suelo; ser capaz de penetrar y causar inhibición de los patógenos localizados profundamente en los tejidos de la semilla, así como ser tolerado por las plántulas de arroz.

Pérez *et al.* (2001) informaron de la eficacia de los tratamientos con benomyl y carbendazim + TMTD (150+150 g ia./kg de semillas) los que inhibieron muchos de los patógenos presentes en las semillas en todos los ensayos realizados incluidos *P. grisea*, *R. solani*, *S. oryzae* y *G. oryzae*. Este tratamiento permitió la mejor germinación y desarrollo de las plántulas y desde entonces fue ampliamente utilizado en el país para el control de hongos en semilla de arroz. El fludioxonil es un fungicida de penetración derivado de los fenilpyrroles (Gehmann *et al.*, 1990), el cual es inhibidor de la proteína histidina kinasa PK III involucrada en la ruta metabólica de la señal de transducción de la sensibilidad osmótica de la membrana (Gasztonyi y Lyr, 1995; Zhang *et al.*, 2002; Fujimura *et al.*, 2003) y perturba la absorción de agua, los procesos de transporte en la membrana, la síntesis de la pared celular de los hongos y causa como resultado la inhibición del crecimiento hifal en diferentes especies fúngicas.

El objetivo del presente estudio fue determinar la eficacia del fludioxonil y la dosis óptima de uso para la desinfección y protección de la semilla de arroz contra patógenos fungosos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres ensayos. En todos los casos la semilla utilizada fue suministrada por el Instituto de Investigaciones del Arroz del MINAGRI:

Ensayo 1: Se utilizaron tres variedades de semillas:
a) Con el objetivo de obtener un número mayor de

patógenos fungosos que los que pueden desarrollarse en semillas de campos dedicados para producción de semilla certificada, se utilizó semilla de arroz no comercial de la variedad Perla; b) Reforma 29 y c) Reforma 28.

En este ensayo, se estudiaron los productos y dosis siguientes: 0 (testigo, tratadas solo con agua destilada y esterilizada), 0,5; 1,0 y 1,5 g de fludioxonil (Celest 2,5 % FS)/100 kg de semillas.

Ensayo 2: Se utilizó la variedad Perla. Se utilizaron los productos y dosis siguientes: 0 (testigo, tratadas solo con agua destilada y esterilizada), 2,5; 5,0 y 10 g de fludioxonil/100 kg de semillas.

Ensayo 3: Se utilizó la variedad J-104. Además de las variantes de tratamientos utilizadas en el ensayo 2, se incluyó el tratamiento de benomyl (Fundazol 50 % PH) + TMTD (TMTD 80 % PH) a la dosis de 150 g ia. + 150 g ia./100 kg de semillas. En este ensayo, fue incluido también un testigo seco consistente en un control sin adición de agua a las bolsas al momento de tratar las semillas.

Para tratar las semillas, se introdujeron en bolsas plásticas 10 mL de la suspensión final de cada fungicida y dosis (suspendidos en agua destilada estéril) tratando de obtener una completa distribución de la suspensión en las paredes de la bolsa. Después de esto, se introdujeron en las bolsas 100 g de semilla de arroz para cada producto y dosis, las que se agitaron hasta que cada uno de los granos estuviera uniformemente cubierto de la suspensión fungicida. Las semillas tratadas fueron mantenidas en las bolsas por una noche.

Para determinar la frecuencia de la incidencia de diferentes especies fungosas, se realizó un análisis utilizando el método de incubación en placas de Petri con papel de filtro estéril húmedo al siguiente día del tratamiento (*Blotter test*; Agarwal and Sinclair, 1987), para lo cual se utilizaron para cada variante de tratamiento, cuatro placas de Petri de 20 cm de diámetro con 50 semillas c/u, las que se incubaron por 10 días bajo dos lámparas fluorescentes de 40 W a 27 °C.

Evaluaciones: Consistieron en: 1) Número y porcentaje de las semillas germinadas; 2) número y porcentaje de las semillas no germinadas; 3) número y frecuencia de las semillas afectadas con las diferentes especies fungosas; 4) frecuencia de semillas que mostraron necrosis de las epicotilos y raíces.

Para el análisis estadístico, los datos se transformaron cuando fue necesario a “(x+1)” y se sometieron a un ANOVA; las medias se compararon por el test de rangos múltiples de Duncan al 95 % usando el paquete estadístico STATISTICA 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1. El efecto de los tratamientos sobre la germinación de la semilla y la frecuencia de granos infectados aparece en la Tabla 1. Los tratamientos con fludioxonil tuvieron un efecto positivo en la germinación y una buena eficacia en la reducción de las semillas enfermas, la cual estuvo en correlación con la dosis de fludioxonil utilizada. Las dosis de 0,5 y 1,0 g ia./100 kg de semillas no mostraron diferencias significativas con el control no tratado; el mejor resultado se obtuvo con la dosis de 1,5 g ia. /100 kg de semillas, aunque en general fueron insuficientes para el control de los patógenos fungosos y contaminantes de la semilla de arroz.

La incidencia general de los patógenos fungosos en las diferentes variantes se muestra en la Tabla 2. Los mayores niveles de incidencia de hongos aparecieron en el control no tratado y disminuyen según aumentan la dosis de fludioxonil. La dosis de 1,5 g ia./100 kg de semillas inhibió la mayoría de las especies de *Curvularia*, *Gerlachia oryzae* y *Tilletia oryzae*, pero resultó insuficiente para la inhibición de algunas especies fúngicas que son de importantes patógenos del cultivo como *Alternaria padwickii*, *Cochliobolus miyabeanus* (*Bipolaris oryzae*), agentes causales de manchas del grano y las hojas, *Sarocladium oryzae* agente causal de la pudrición de la vaina y de *Fusarium verticilloides* (anteriormente *F. moniliforme*) agente causal de la enfermedad Bakanae del arroz. En independencia de la baja incidencia general de *Sclerotium hydrophyllum*, este no fue controlado con ninguna de las dosis de fludioxonil.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos en la germinación de las semillas y la incidencia de hongos en diferentes variedades de arroz

Variedad	Tratamiento	Dosis g/100 kg	Germinación	Semillas no germinadas		
			%	Total (%)	Sanas (%)	Enfermas (%)
Arroz semilla no comercial	Control no tratado	-	87,0 a	13,0 n.s.	0,5 n.s.	12,5 a
	Fludioxonil	0,5	89,0 bc	11,0 n.s.	1,0 n.s.	10,0 ab
	Fludioxonil	1,0	90,5 bc	9,5 n.s.	1,5 n.s.	8,0 b
	Fludioxonil	1,5	92,5 c	7,5 n.s.	1,5 n.s.	4,5 c
	SE x		0,396	0,396	0,053	0,426
Reforma 28	Control no tratado		87,0 bc	13,0 ab	0,0 n.s.	13,0 bc
	Fludioxonil	0,5	81,5 a	18,5 b	1,0 n.s.	17,5 c
	Fludioxonil	1,0	87,0 bc	13,0 ab	3,5 n.s.	9,5 ab
	Fludioxonil	1,5	93,0 c	7,0 a	2,0 n.s.	5,0 a
	SE x		0,741	0,741		0,746
Reforma 29	Control no tratado		90,5 n.s.	9,5 n.s.	0,0 n.s.	9,5 n.s.
	Fludioxonil	0,5	90,0 n.s.	10,0 n.s.	1,5 n.s.	8,5 n.s.
	Fludioxonil	1,0	91,0 n.s.	9,0 n.s.	1,5 n.s.	7,5 n.s.
	Fludioxonil	1,5	94,0 n.s.	6,0 n.s.	1,0 n.s.	5,0 n.s.
	SE x		0,497	0,497	0,061	0,541

Los datos se transformaron a "x+1 para el análisis por ANOVA. Letras diferentes indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 95 % de probabilidad; n.s.: sin diferencias significativas.

Tabla 2. Media de la incidencia (granos afectados) de diferentes especies fungosas en las variedades de arroz semilla no comercial, en Reforma 28 y en Reforma 29

Patógeno	Media de la incidencia (%) de diferentes especies fúngicas en tres variedades de arroz en los diferentes tratamientos.			
	Fludioxonil 1,5 g *	Fludioxonil 1,0 g	Fludioxonil 0,5 g	Testigo no tratado
<i>Alternaria alternata</i>	0,00	0,07	0,67	2,50
<i>Alternaria padwickii</i>	1,33	2,67	4,58	3,17
<i>Aspergillus spp.</i>	2,92	1,17	2,00	2,08
<i>Bipolaris bicolor</i>	0,00	0,00	0,17	1,42
<i>Bipolaris cynodontis</i>	0,83	1,25	1,17	2,00
<i>Bipolaris oryzae</i>	3,08	3,42	4,00	4,08
<i>Bipolaris sacchari</i>	1,00	0,75	1,17	0,92
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	0,00	0,00	0,17	0,25
<i>Curvularia brachyspora</i>	1,08	0,67	0,83	1,67
<i>Curvularia lunata</i>	0,75	1,67	2,83	3,42
<i>Curvularia oryzae</i>	0,50	0,25	0,33	0,33
<i>Curvularia pallescens</i>	0,00	0,75	0,83	1,08
<i>Curvularia penniseti</i>	0,00	0,08	0,17	1,00
<i>Curvularia senegalensis</i>	0,08	0,00	0,42	0,50
<i>Exserohilum rostratum</i>	0,58	0,83	0,00	0,00
<i>Fusarium moniliforme</i>	3,83	2,42	3,08	4,67
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,92	2,50	0,67	1,92
<i>Fusarium equiseti</i>	0,00	0,08	0,00	0,42
<i>Gerlachia oryzae</i>	0,00	0,00	0,83	0,83
<i>Penicillium spp.</i>	2,17	1,50	2,33	7,75
<i>Phoma spp.</i>	0,17	0,33	1,33	1,17
<i>Nigrospora oryzae</i>	0,08	0,00	0,00	0,00
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1,42	0,83	2,42	3,58
<i>Sarocladium oryzae</i>	0,75	0,05	0,0	2,57
<i>Sclerotium hydrophyllum</i>	0,75	0,83	0,83	0,63
<i>Tilletia barclayana</i>	0,00	0,08	0,25	1,08

* Media de cuatro repeticiones.

** Dosis en g ia. /100 kg de semillas

Ensayo 2. Los resultados de los tratamientos se muestran en la Tabla 3. Todos los tratamientos mostraron un menor número de especies fúngicas y severidad de infección que la variante control. El fludioxonil a la dosis de 10 g, presentó los más bajos niveles de incidencia de hongos en semillas y fue superior al tratamiento estándar de benomyl + TMTD; a esta dosis se obtuvo una inhibición completa de las especies *C. miyabeanus*, *F. moniliforme*, *S. oryzae* y *S. hydrophyllum* las cuales a las dosis más bajas en el ensayo 1 no fueron completamente inhibidas.

Ensayo 3. Los efectos de los tratamientos de la germinación aparecen en la Tabla 4. Las semillas de la variedad J 104 mostraron una menor germinación y una mayor incidencia de los patógenos fungosos que en el resto de las semillas. La mejor germinación en este ensayo se observó en el tratamiento con fludioxonil a la dosis de 10 g ia./100 kg de semillas, la que permitió los mejores niveles de germinación, el menor nivel de incidencia de hongos en la semilla no germinada y una completa inhibición de la aparición

de necrosis en los hipocotileos y epicotileos después de la germinación de los granos. Las semillas tratadas con fludioxonil a la dosis de 5 g ia./100 kg, aun cuando presentaron una incidencia similar de hongos que las tratadas a la dosis de 10 g ia. y menor que en el benomyl + TMTD y las variantes testigo (Tabla 5), mostraron una germinación significativamente más baja que las tratadas a 10 g ai. y no mostraron una completa inhibición de las necrosis en epicotileos y raíces en desarrollo (Tabla 4).

La incidencia de diferentes especies de hongos en semillas de la variedad J-104 se muestra en la Tabla 5. En las semillas tratadas con fludioxonil, no se observó el desarrollo de especies de hongos de importancia para el cultivo, por lo que la baja germinación obtenida de estas semillas en este ensayo debió ser causada por la calidad y edad de las mismas. En la variante tratada con benomyl + TMTD se desarrolló *Cochliobolus spp.* (incluido *C. miyabeanus*) y *F. verticilloides*, todos ellos patógenos de las semillas y de las plantas en el campo.

Tabla 3. Eficacia de diferentes dosificaciones de fludioxonil en el control de patógenos fungosos en semilla de arroz de la variedad Perla

Patógeno	Porcentaje de las semillas tratadas ^a				
	Fludioxonil 2,5 g ^{**}	Fludioxonil 5,0 g	Fludioxonil 10,0 g	Benomyl + TMTD 150 + 150 g	Testigo no tratado
<i>Alternaria alternata</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,50
<i>Aspergillus flavus</i>	0,5 ± 0,71	0	0	0	2,63 ± 2,75
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,29
<i>Aspergillus sp.</i>	0,87 ± 1,11	0,5 ± 0,71	0,25 ± 0,29	0,25 ± 0,29	3,75 ± 4,33
<i>Arthrobotrys sp.</i>	0	0,13 ± 0,25	0	0	0,25 ±
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	0	0	0	0,13 ± 0,25	0
<i>Chaetomium sp</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,5
<i>Cercosporidium graminis</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,5
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0	0	0	0	0,62 ± 1,25
<i>Cladosporium sp</i>	0,25 ± 0,5	0	0	0	0,5 ± 0,41
<i>Curvularia brachyspora</i>	0	0	0	0	0,13 ± 0,25
<i>Curvularia lunata</i>	0	0	0	0,13	0,25 ± 0,50
<i>Curvularia pallens</i>	0	0,13 ± 0,25	0	0	0,38 ± 0,48
<i>Fusarium moniliforme</i>	0	0	0	0	0,13 ± 0,25
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,50
<i>Fusarium sp</i>	0,25 ± 0,29	0	0	0,63 ± 1,25	1,00 ± 1,22
<i>Gerlachia oryzae</i>	0	0	0	0,13 ± 0,25	0
<i>Penicillium spp.</i>	0,25 ± 0,29	0	0	0	2,13 ± 1,11
<i>Phoma sp.</i>	0,25 ± 0,5	0	0	0	1,5 ± 0,41
<i>Phialophora sp.</i>	0	0	0	0	0,75 ± 1,19
<i>Rhizoctonia solani</i>	0	0	0	0,13 ± 0,25	0
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0	1 ± 1,68	0	0	0,62 ± 1,25
<i>Sarocladium oryzae</i>	0,25 ± 0,5	0	0	0	1,5 ± 0,41
<i>Sclerotium hydrophyllum</i>	0	0	0	0	0,25 ± 0,50

*: Media de cuatro repeticiones

** : Dosis en g ia. /100 kg de semillas.

Tabla 4. Efectos de los tratamientos en la germinación de la semilla de J-104 y la incidencia de necrosis en raíces y plúmula después de la germinación

Tratamientos	Semillas germinadas (%) **	Semillas no germinadas			Frecuencia de necrosis en:	
		Total (%)	Sanas (%)	Enfermas (%)	Raíces (%)	Plúmulas (%)
Control no tratado seco	55,0 bc	45,0 ab	22,5 bc	22,5 b	4,5 c	0,5 n.s.
Control no tratado húmedo	70,0 bc	30,0 b	10,0 c	20,0 b	9,5 d	4,0 n.s.
Fludioxonil 2,5 g *	41,5 c	58,5 ab	35,5 a	23,0 b	0,0 a	0,0 n.s.
Fludioxonil 5,0 g	61,0 ab	39,0 ab	39,0 bc	10,0 a	1,5 ab	3,0 n.s.
Fludioxonil 10,0 g	88,5 a	11,5 c	1,5 d	10,0 a	0,0 a	0,0 n.s.
Benomyl + TMTD (150g + 150 g)	58,0 bc	42,0 ab	22,0 bc	20,0 b	5,0 c	2,5 n.s.
SE x	1,83	0,23	0,28	0,19	0,101	0,077

* Dosis en g ia. /100 kg de semillas.

** Los datos fueron transformados a "x+1 para el análisis por ANOVA. Las letras diferentes indican diferencias significativas según la dócima de rangos múltiples de Duncan al 95 % de probabilidad. n.s.: diferencias no significativas.

Tabla 5. Eficacia de diferentes dosis de fludioxonil en el control de patógenos fúngos en semillas de arroz J-104

Patógeno	Granos afectados (%) *					
	Fludioxonil 2,5 g **	Fludioxonil 5 g	Fludioxonil 10 g	Benomyl + TMTD 150g + 150 g	Control seco no tratado	Control húmedo no tratado
<i>Alternaria alternata</i>	0,0	0,0	0,0	0,25 ± 0,5	2,5 ± 5,0	1,0 ± 2,0
<i>Alternaria padwickii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aspergillus flavus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ± 1,15	5,0 ± 5,8
<i>Aspergillus sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ± 2,0	1,5 ± 3,0
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0 ± 2,3
<i>Cochliobolus cynodontis</i>	0,0	0,0	0,0	2,0 ± 2,3	7,0 ± 4,76	0,0
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	0,0	0,0	0,0	5,5 ± 3,0	7,5 ± 9,57	8,5 ± 6,0
<i>Cochliobolus sativus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0 ± 4,0	0,0
<i>Curvularia lunata</i>	0,0	0,0	0,0	2,5 ± 3,0	5,0 ± 3,5	3 ± 3,5
<i>Curvularia pallescens</i>	0,0	0,0	0,0	2,5 ± 5,0	0,0	0,0
<i>Curvularia senegalensis</i>	0,0	0,0	0,0	2,0 ± 4,0	0,0	0,0
<i>Curvularia trifolii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0 ± 6,7	0,0
<i>Cylindrotichum triseptatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ± 2,0	0,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5 ± 5,0	0,0
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,75 ± 3,5	0,0
<i>Fusarium poae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ± 2,0	0,5 ± 1,0
<i>Memoniella sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5 ± 1,0
<i>Mucor sp.</i>	0,0	0,0	0,0	1,75 ± 3,5	5,5 ± 9,7	2,5 ± 5,0
<i>Penicillium sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5 ± 4,7	6,0 ± 12,0
<i>Phoma sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ± 2,0	0,0
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,0	2,75 ± 3,4	0,0	1,0 ± 2,0	11,0 ± 10,5	2,5 ± 5,0

*: Media de cuatro réplicas.

** : Dosis en g ia. /100 kg de semillas.

Los resultados del estudio muestran que el fludioxonil es efectivo para la desinfección de patógenos fúngos de la semilla de arroz y presenta una mejor eficacia que la mezcla de benomyl + TMTD en uso en la práctica en Cuba, siendo además más amigable

ambientalmente a la hora de realizar el tratamiento de la semilla. La mejor eficacia se obtuvo con las dosis de 5 y 10 g ia./100 kg de semillas de arroz la cual permitió los mayores incrementos de la germinación, inhibición del desarrollo de necrosis

en las plántulas de arroz y el mejor efecto inhibitorio del crecimiento de las especies fúngicas presentes en las semillas de las diferentes variedades utilizadas en los experimentos, aunque esta dosis puede resultar económicamente desventajosa.

La dosis de 5,0 g ia./100 kg de semillas no inhibió algunas de las especies de hongos que frecuentemente aparecen como contaminantes en las semillas de arroz. Las dosis inferiores a 5 g ia./100 kg de semillas fueron inefectivas para la desinfección de semillas de arroz.

Pueden seleccionarse poblaciones de hongos resistentes a los fungicidas fludioxonil y los derivados de dicarboximidias mediante cambios en los genes *os-1* que codifican para la histidina kinasa relacionada a la osmosensibilidad (Ochiai *et al.*, 2001). Ya existen informes de poblaciones de *Alternaria brassicicola* resistentes al fludioxonil transmitidas en semillas de crucíferas (Avenot *et al.*, 2004). Es deseable continuar estudios posteriores usando combinaciones con otros fungicidas de diferente modo de acción que permitan reducir el riesgo de emergencia de poblaciones resistentes al fludioxonil.

CONCLUSIONES

El fludioxonil a las dosis de 5 y 10 g ia./ha constituye una nueva alternativa, más eficiente y ambientalmente más amigable para la desinfección de la semilla de arroz contra las principales especies fungosas transmitidas en la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1 Agarwal, V. K., C. N. Mortensen and S. B. Mathur: Seed borne diseases and seed health testing of rice. Danish Government of seed Pathology for Developing Countries, *CAB International Mycological Institute. Technical Bulletin No. 3, Phytopathological Papers* 30: 106, 1989

2. Agarwal, V. K. and J. B. Sinclair: *Principles of seed pathology*. Vol. II. CRC Press Inc. Boca Ratón, Florida, 168 pp., 1987.

3. Avenot, H.; B. Iacomi-Vasilescu; P. Simoneau and N. Bataille-Simoneau: Identification d'isolats résistants aux phenylpyrroles et aux imides cycliques chez *Alternaria brassicicola*. Poster Université de Angers, 2004.

4. Bonman, J. M.: Blast. In: Compendium of Rice diseases. Webster, R.K. and P.S. Gunnell (Ed.). *APS Press*. St. Paul Minnesota, 62 pp., 1992.

5. Fujimura, M.; M. Oshima; T. Motoyama; A. Ichiishi; R. Usami *et al.*: "Putative homologs of SSK22 MAPKK kinase and PBS2 MAPK kinase of *Saccharomyces cerevisiae* encoded by *os-4* and *os-5* genes for osmotic sensitivity and fungicide resistance in *Neurospora crassa*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67: 186-91. 2003.

6. Gasztonyi, M. and H. Lyr: Miscellaneous fungicides. Chapter 19 in *Modern selective fungicides: Properties, Applications, Mechanism of Action*, 2nd edition. Lyr H. (Ed.) Gustav Fischer Verlag, New York, pp: 389-414, 1995.

7. Geetha, D. and K. Srivakasam: "Treating rice seeds with fungicides and antagonistic to control seed borne diseases". *International Rice Research Notes* 18 (3): 30-31, 1993.

8. Gehmann, K.; R. Nyfeler; A.J. Leadbeater; D. Nevill and D. Sozzi: "CGA173506: a new phenylpyrrole fungicide for broad-spectrum disease control". *Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Pests Dis.* 2: 399-406, 1990

9. Groth, D. E.: Leaf scald. In: Compendium of Rice diseases. Webster, R. K. and Gunnell, P. S. (Ed.) *APS Press*. St. Paul Minnesota, EUA, p. 18, 1992.

10. Hollier, C.: Narrow brown leaf spot. In: Compendium of Rice diseases. Webster, R. K. and Gunnell, P.S., (Ed.) *APS Press*. St. Paul Minnesota. EUA, p. 18, 1992.

11. Kuck, K.H. and W. Thielert: "On the systemic properties of HWG 1608 the active ingredient of the fungicides Folicur and Raxil", *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 40 (58): 133-152, 1987.

12. Lee, F. N.: Brown spot. In: Compendium of Rice diseases. R.K. Webster and P.S. Gunnell (Ed.) *APS Press*. St. Paul Minnesota, p.17, EUA, 1992a.

13. Lee, F.N.: Grain discoloration. In: Compendium of Rice diseases. R. K. Webster and P.S. Gunnell (Ed.) *APS Press*. St. Paul Minnesota, pp. 31-32, 1992b.

14. Neninger, H.; L.M. Barrios; E.I. Hidalgo y L. Herrera: Incidencia de patógenos fungosos presentes en semillas de arroz de diferentes regiones del mundo,

- Resúmenes de la 42ª. Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe (APS-CD) y del 5º. Seminario de Manejo Integrado de Plagas en Cultivos no tradicionales de Exportación IPM-CRSP, pp. 82, 17-19 de junio de 2002.
15. Ochiai, N.; M. Fujimura; T. Motoyama; A. Ichiishi *et al.*: "Characterization of mutations in the two-component histidine kinase gene that confer fludioxonil resistance and osmotic sensitivity in the os-1 mutants of *Neurospora crassa*". *Pest Manag. Sci.* 57: 437-442, 2001.
16. Ou, S. H.: Rice diseases. *CAB International Mycological Institute*, Kew Surrey, England, 368 pp., 1985.
17. Pérez, L. y A. Hernández: Situación de las enfermedades en la Empresa arrocera de los Palacios durante la primavera de 1997. Recomendaciones para su manejo inmediato y a mediano plazo. Reunión Nacional de Arroz, Las Tunas, Cuba, 28 y 29 de noviembre de 1997.
18. Pérez, L.; I. Heredia; M. Cruz y V. Cordero: Eficacia de diferentes tratamientos fungicidas para la desinfección de patógenos fungosos de la semilla de arroz (*Oryza sativa*), en Informe final Tarea Métodos de lucha para *S. spinki* y *S. oryzae*, 13 pp., 2001.
19. Pérez, L.; A. Hernández y A. Batlle: Enfermedades fungosas del cultivo del arroz encontradas en la empresa arrocera de los Palacios durante 1997 y factores de manejo que determinan su presencia, Resúmenes, I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 9 al 11 de junio de 1998.
20. Pupo, E. e I. Heredia: Lista de hongos asociados a semillas, *Boletín Técnico 1. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal*, Ministerio de Agricultura, La Habana, p. 47, 1998.
21. Pupo, E.; I. Heredia y A. Solís: Hongos presentes en las semillas de arroz y su influencia en la calidad de la semilla, Resúmenes, I Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, La Habana, 9 al 11 de junio de 1998.
22. Rush, M. and F.N. Lee: Sheath blight. In: *Compendium of Rice diseases*. R.K. Webster and P.S. Gunnell (Ed.) *APS Press*. St. Paul Minnesota, pp: 22-23. 1992.
23. Rush, M.: Seedling blight, in *Compendium of Rice Diseases*. R. K. Webster and P.S. Gunnell, (Ed.) *APS Press*. St. Paul. pp. 12-13, 1992.
24. Sandoval, I.; M.O. López; T. Bonilla; Y. Tomás; J.M. Santoyo y J. Parra: Consideraciones sobre la enfermedad de la pudrición de la vaina del arroz por *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams & Hawks, Resúmenes I Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de Convenciones, 9 al 11 de junio de 1998.
25. SeedQuest 2008. Seed treatments: Trends and Opportunities - A Research and Markets report, in <http://www.researchandmarkets.com/reports/577441>, October 30, 2008.
26. Sisterna, M.: "Efficacy of three fungicides for controlling growth of five seedborne fungi associated with rice grain spotting". *International Rice Research Notes* 19 (2): 25-26. 1994.
27. Zhang, Y.; R. Lamm; C. Pillonel; S. Lam and J.R. Xu: Osmoregulation and fungicide resistance: the *Neurospora crassa os-2* gene encodes a *HOG1* mitogen-activated protein kinase homologue. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 532-538, EUA, 2002.

Recibido: 19/diciembre/2008

Aceptado: 12/julio/2009